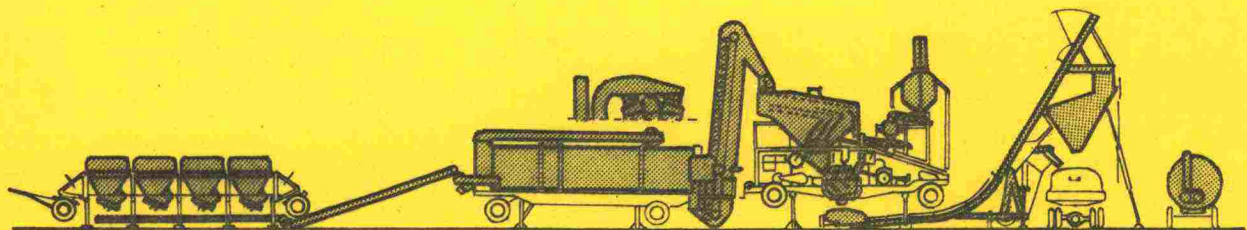


Va

PÄÄLLYSTESUUNNITTELU 1977



TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Tien rakennustoimisto

08
91E



PÄÄLLYSTESUUNNITTELU

1977

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Tienrakennustoimisto

SISÄLLYSLUETTELO

| | SIVU |
|---|------|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 2. VAURIOITUMINEN | |
| 2.1 Vauriotyypit | 2 |
| 2.2 Kuluminen | 2 |
| 2.21 Kulutustekijät | 2 |
| 2.22 Kulutuskestävyyteen vaikuttavat tekijät | 11 |
| 2.23 Kulumasta tulevat haitat | 16 |
| 2.24 Sallitut kulumat | 18 |
| 2.3 Verkkohalkeamat ja epätasaisuus | 19 |
| 3. PÄÄLLYSTEEN JA SEN KORJAUSTAVAN VALINTA | |
| 3.1 Yleistä | 21 |
| 3.2 Asfalttibetonit | 22 |
| 3.21 Tasausmassa ja uusi kulutuskerros | 22 |
| 3.22 Uusi kulutuskerros tasaamattomalle alustalle | 26 |
| 3.23 Massapinta | 26 |
| 3.24 Kuumennuspinta | 28 |
| 3.25 Jyrsintämenetelmät | 28 |
| 3.26 Cutler -menetelmä | 29 |
| 3.27 Urapaikkaus valuasfaltilla | 30 |
| 3.28 Sirotepinta | 31 |

| | | SIVU |
|------|---|------|
| 3.3 | Valintaperusteet | 32 |
| 3.31 | Vertailulaskelmat | 32 |
| 3.32 | Muut valintaperusteet | 36 |
| 3.4 | Kylmäsekoitteisten päällysteiden uusiminen ja korjaus | 38 |
| 4. | KIVIAINEKSEN VALINTA JA ASFALTIN SUHTEITUS | |
| 4.1 | Yleistä | 39 |
| 4.2 | Kiviaineksen valinta | 40 |
| 4.3 | Kuumasekoitteiset massat | 42 |
| 4.31 | Yleistä | 42 |
| 4.32 | Asfalttibetonimassat | 44 |
| 4.33 | Tasausmassa | 52 |
| 4.34 | Bitumisora ja bitumihiekka | 52 |
| 4.35 | Syvääsfaltti | 55 |
| 4.36 | Valuasfaltti | 55 |
| 4.4 | Öljysora | 59 |
| 4.5 | Sirotepinta | 62 |

LIITE: Ohjeet kestopäällysteiden uusimistarpeen määrittämisestä 1977

PÄÄLLYSTESUUNNITTELU

1. JOHDANTO

Päällystystekniikka on kehittynyt 1970 -luvulla monilla tavoilla ja monista syistä. Viime vuosikymmenellä alkanut nastarengaskulutus on pakottanut selvittämään päällystekulutusta aiheuttavia ja sitä vähentäviä tekijöitä. Tuloksena on nastarenkaita ja niiden käyttöä koskevia rajoittavia määräyksiä ja myös nastakulutusta paremmin kestäviä päällysteitä. Vuodesta 1973 alkanut öljytuotteiden ja myös asfaltin nopea hintatason nousu on kiihdyttänyt kehitystä ja ohjannut sitä alan taloudellisen puolen selvityksiin sekä uusien, halvempien päällystetapojen etsimiseen. Alkamassa ollut suunta runsaaseen sidottujen tierakenteiden, mm. syväasfaltin käyttöön ja päällystettyjen teiden määrän nopeaan lisäämiseen tyrehtyi. Päällystystekniikkaan on muutoksia tuottanut myös tierakennusmäärärahojen ja -töiden väheneminen ja päällystystöiden painottuminen kunnossapidon tehtäviin, korjaus- ja uusimistöihin.

Vilkas päällystealan kehitystoiminta on tuottanut runsaasti ja kirjaviakin tuloksia. Niitä ei ajan puutteen vuoksi ole aina ehditty testaamaan käytännön oloissa. Tarjolla on siten tietoa, joka voi harkitsematta sovellettuna johtaa virhesuorituksiin. Tämän julkaisun tavoitteeksi on asetettu antaa päällystystöiden suunnittelijoille ja toteuttajille tarvittavia teknisiä ja taloudellisia perusteita ja myös arviointitapoja ratkaisujen tekoa varten. Näitä on kerätty ja sulautettu yhteen kotimaisista sekä ulkomaisista tutkimuksista ja kokemuksista. Julkaisussa käsitellään täten päällystevaurioiden, erityisesti kulumisen syitä ja vähentämismahdollisuuksia sekä annetaan perusteita päällystelajin sekä korjaustavan valintaan. Myös pyritään antamaan tietoja eri päällystemassojen seossuhteiden määräämiseksi ja näkökohtia siitä, miten eri raaka-aineet ja suhteitustekijät vaikuttavat tuotteen ominaisuuksiin ja käyttökelpoisuuteen, erityisesti kulutuskestävyyteen.

Yhtenä tämän julkaisun pyrkimyksenä on, että ryhdyttäisiin entistä taloudellisempaan ja yksilöllisempään kulutuskerrösten suunnitteluun. Tällöin mittapuuksi on otettava toimenpiteestä koituvat tienpitäjän vuosikustannukset sekä sen liikenteelle tarjoama palvelutaso. On tehtävä tarvittavia vertailulaskelmia eri vaihtoehtoista. On eliminoitava toisaalta ennenaikaiset pääl-

lysteiden uusimiset sekä kohteeseen nähden ylikorkea päällysteen laji ja laatu ja toisaalta saatava vaativiin kohteisiin suorituskvyyltään riittävä ja turvallinen päällyste. Paikkaus- ja korjaustoiminnan osuutta kannattaa yleensä lisätä suhteessa uusimistöihin. Päällystekiviaineksen hankinnassa laatutason kustannuksella saatu säästö voidaan menettää moninkertaisesti päällysteen kestoiän vähennytyä. Maan eri puolilla ja tieverkon eri osilla päällystekulutus, raaka-aineiden saanti, päällysteen alusta ja muut kulutuskerroksen valintaan vaikuttavat tekijät ovat erilaisia ja yksilöllisesti huomioon otettavia.

Tiepäällysteiden keskimääräinen kestoikä on nykyisin noin kymmenen vuotta. Tänä aikana voivat tulevaisuudessa tarpeet, tekniikka, hinnat ja rahoitusmahdollisuudet muuttua siten, että nyt esitetyt ohjeet, suositukset ja perusteet eivät ole ajan tasalla. Tätä julkaisua tullaan tarkistamaan ja täydentämään ensimmäisen kerran vuonna 1978.

2. VAURIOITUMINEN

2.1 Vauriotyytit

Vuosien mittaan tapahtuva päällysteen kuluminen ja vaurioituminen on normaali ilmiö. Ei ole kannattavaa mitoittaa päällystettä kestävään monia vuosikymmeniä. Päällystesuunnittelun tavoitteena on löytää sellainen liikenteen vaatimukset täyttävä päällystysratkaisu, jonka vuosikustannukset ovat mahdollisimman pienet. Tässä mielessä on tarpeen tietää kauanko päällyste kestää ja millä tavoin sen vaurioituminen tapahtuu.

Päällystevauriotyyppjeä voidaan ryhmitellä monin tavoin. Näistä ovat meidän oloissamme uudelleenpäällystämistarpeen kannalta merkityksellisiä seuraavat:

- kuluminen, urat ja reiät
- verkkohalkeamat
- epätasaisuus ja epätasaiset paikkaukset.

Muut vauriot eivät yleensä aiheuta yhtä vakavia haittoja tai ne ovat pienehköin paikkaustoimin korjattavissa.

2.2 Kuluminen

2.21 Kulutustekijät

Kulumismekanismi

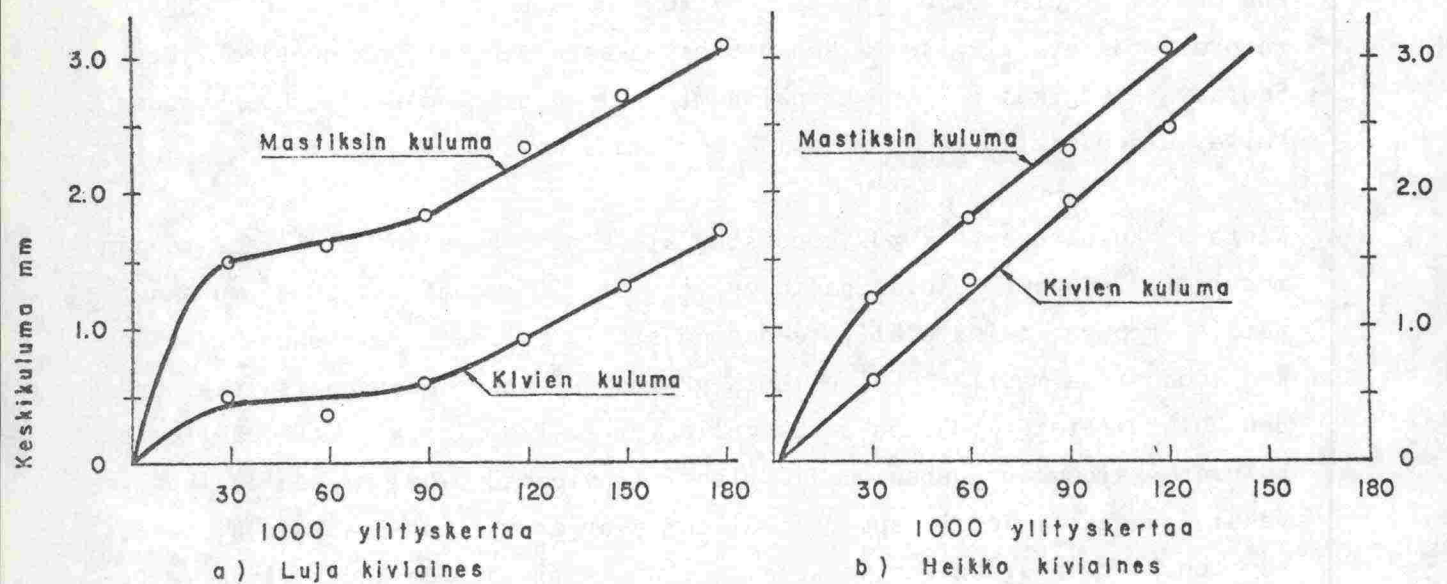
Nastarengasliikenne tuottaa valtaosan tiepäällysteiden kulumavaurioista. Muita kulutustekijöitä ovat sää- ja ilmastotekijät, kuten toistuva jäätyminen

ja sulaminen sekä kosteus, kumipyöräliikenne erikoisesti raskaat ajoneuvot, kunnossapito kuten lumen ja jään poisto, suolaus ja hiekoitus sekä päällysteen alustasta, erikoisesti sen huonosta kantavuudesta johtuvat tekijät. Seuraavassa tarkastellaan yhtenäisemmin vain nastarengaskulutuksen osuutta. Muita kulutustekijöitä selvitetään eri yhteyksissä.

Nastojen kuluttava vaikutus kohdistuu kiviainesrakeisiin ja niitä sitovaan mastiksiin. Rakeet kuluvat nastojen iskuista ja raapaisuista tai murskautuvat ja irtoavat osina päällysteen pinnasta. Sideaineen ja hienon kiviaineksen muodostama mastiksi kuluu lähes yksinomaan nastojen raapaisuista. Eräiden kulutusratatutkimusten perusteella voitaisiin olettaa, että päällysteet kuluvat yksinomaan jauhautumalla hienoksi, yleensä 0,074 mm seulan läpäiseväksi jauheeksi. Todellisuudessa aiheuttavat erityisesti raskaat ajoneuvot suurten kiviainesrakeiden lohkeamista, halkeamista, murskaustumista ja irtoamista. Kulumisen kokonaismäärästä nämä kuitenkin muodostavat vähäisen osan, mikä voidaan todeta tarkastelemalla kuluneen päällysteen pintaa, jossa suurten kiviainesrakeiden irtoamista tai lohkeamista on nähtävänä.

Rakeita koossa pitävä mastiksi on päällysteen helpoimmin kuluva ainesosa. Eräiden kokeiden mukaan on pelkästä mastiksista valmistetun päällysteen kuluminen yli 5-kertainen karkearakeiseen päällysteeseen verrattuna. Toinen helposti kuluva ainesosa on pienikokoiset (1-4 mm) rakeet. Vähäinenkin mastiksin kuluminen pienikokoisen rakeen ympäriltä aiheuttaa sen, että rae jää ilman sivusuuntaista tukea ja murskautuu tai irtoaa helposti. Kulutusta hyvin kestävä osa on suurikokoiset (vähintään 16 mm) rakeet, jotka mastiksin vähäisestä kulumisesta huolimatta pysyvät kiinni tukevasti syvällä mastiksissa ja kestävät suuriakin nastavoimia murskautumatta.

Päällysteen kulumisen alkuvaiheessa irtoaa ensin runsaasti mastiksia ja pieniä kivirakeita murskautuu ja irtoaa. Samalla suuret rakeet pyöristyvät ja jäävät koholle päällysteen pintaan. Jos isoja rakeita on päällysteen pinnassa riittävästi, saavutetaan pian tasapainotila, jolloin nastarengas on ensisijaisesti isojen kivirakeiden kannatuksella eivätkä nastat ylety enää täydellä pistovoimalla kuluttamaan mastiksia isojen kiviainesrakeiden välistä. Tämän jälkeen kuluu mastiksi enää vain samalla noepudella kuin isot kiviainesrakeet. Tällöin ovat karkeat kiviainesrakeet koholla 1-2 mm eli suunnilleen nastaulkoneman verran. Mitä heikompi on karkean kiviaineksen kulutuskestävyys sitä sileämpi on kulunut päällyste.



Kuva 1: Kivien ja mastiksin kuluminen (J. Hode Keyser 1971).

Joskus mastiksia irtoaa karkeiden rakeiden välistä edellä mainittua paljon enemmänkin, jolloin päällyste tulee pinnaltaan karkeaksi ja avoimeksi. Tällöin on kysymyksessä purkautumisilmiö, joka johtuu mastiksin liian vähäisestä määrästä, pienestä bitumipitoisuudesta, sopimattomasta rakeisuudesta, huonosta tiivistyksestä tms.

Hellesäiden tultua päällysteen sideaine pehmenee siinä määrin, että koholla olevat kiviainesrakeet painuvat sisään ja päällysteen pinta tulee sileämmäksi. Tämä tapahtuu sitä helpommin mitä korkeampi on sideainepitoisuus. Kun kulumista hidastavat karkeat rakeet ovat painuneet syvemmälle, on kuluminen taas syksyllä nastarengaskauden alettua runsasta. Näin ollen päällysteiden sileytyminen kesäkuukausina edistää niiden kulumista.

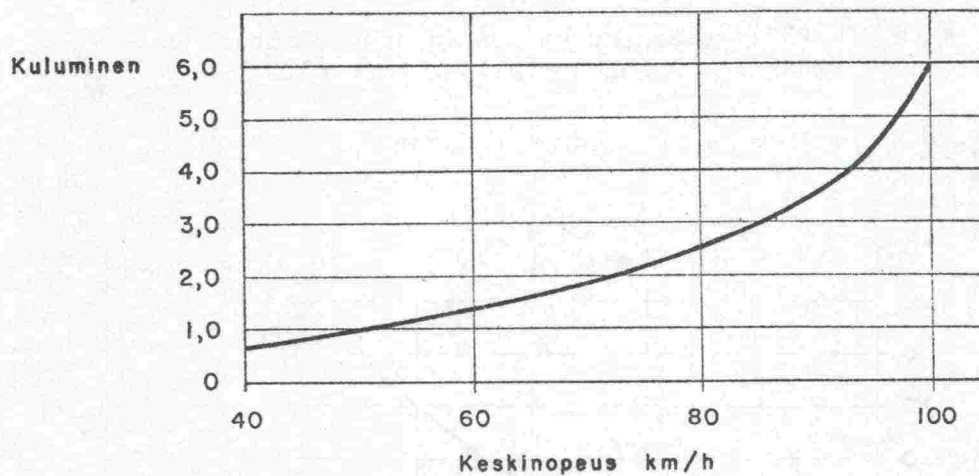
Nastaparametrit

Päällysteiden kuluminen riippuu seuraavista nastarenkaisiin liittyvistä tekijöistä:

- Nastan dynaaminen pistovoima eli voima, jonka nasta kohdistaa päällysteeseen siihen osuessaan. Pistovoiman suuruuteen vaikuttavat
 - nastatyypin
 - nastaulkoneman suuruus
 - pyöräkuorma

- aluskumin paksuus, pehmeys ja renkaan lämpötila
 - rengastyypin
 - ajonopeus
- b) Nastaulkoneman suuruus
- c) Pyöräkuorman suuruus
- d) Nastan kärjen koko ja muoto
- e) Raapaisujäljen pituus

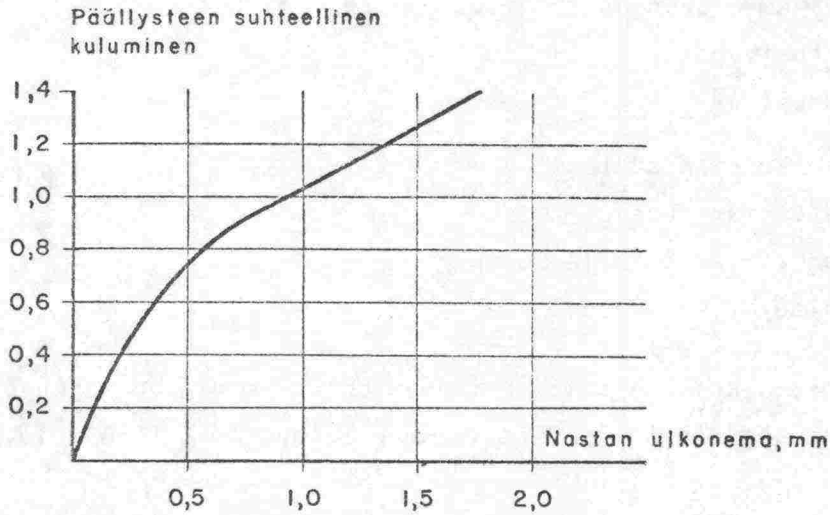
Näiden tekijöiden keskinäisestä riippuvuudesta ja niiden vaikutuksesta kulumiseen on olemassa ristiriitaisia tutkimustuloksia. Eräitä tuloksia on esitetty kuvissa 2-4.



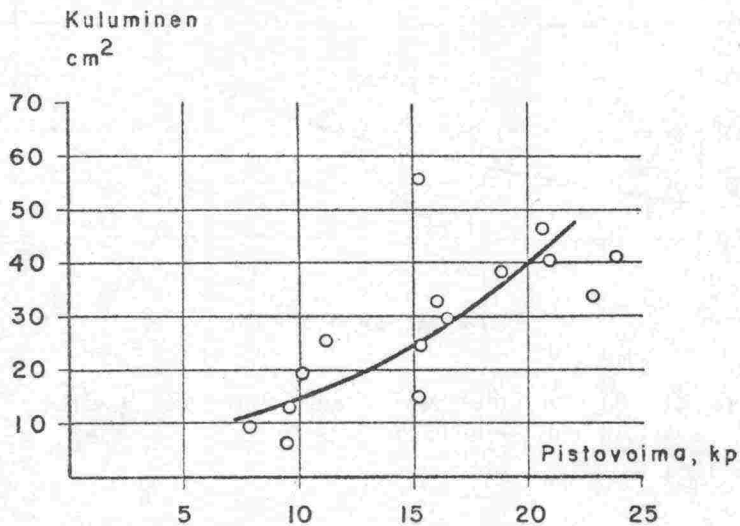
Kuva 2: Ajonopeuden vaikutus betonipäällysteen kulumiseen (Springenschmid & Sommer, 1971)

Ajonopeuden vaikutus päällysteiden kulumiseen ei ole läheskään niin suuri kuin esim. kuvan 2 perusteella voisi olettaa. Tämä voidaan todeta vertaamalla keskenään sellaisia saman tien osuuksia, joilla on eri nopeusrajoituksia.

Kuvat 3 ja 4 esittävät VTT:n koeratutkimuksista saamia tuloksia ja osoittavat nastan ulkoneman ja pistovoiman vaikutusta kulumiseen. Tulokset on saatu uusilla nastarenkailla. Miten renkaan ja nastojen kulumisen ja 'väsymisen' muuttaisi asetelmaa?



Kuva 3: Päällysteen kulumisen ja henkilöauton nastan ulkoneman välinen yhteys

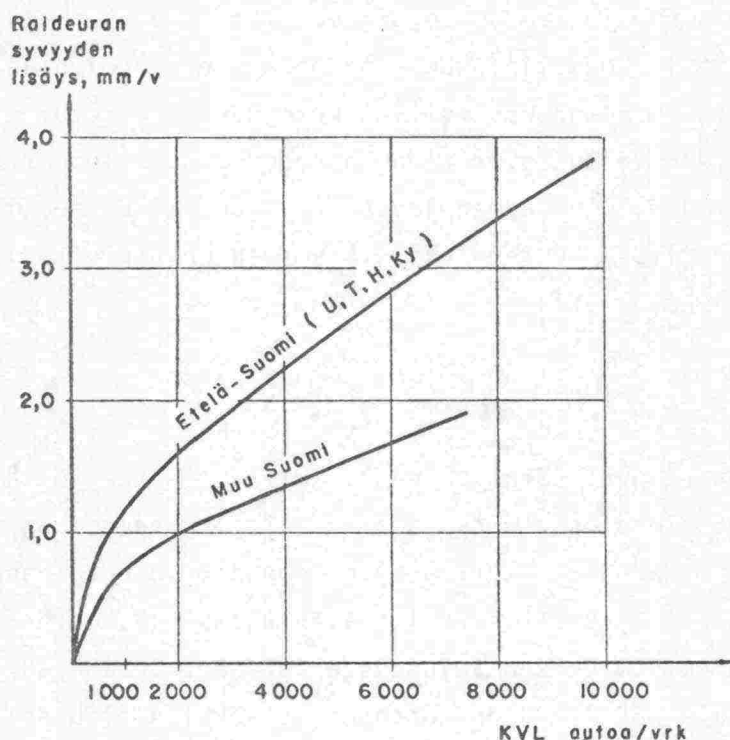


Kuva 4: Päällysteen kulumisen ja henkilöauton nastan pistovoiman välinen yhteys

Liikenne

Nastarenkaita käyttävien ajoneuvojen osuus on vakiintunut siten, että henkilöautoista lähes 90 % ja kuorma-autoista sekä linja-autoista noin 40 % käyttää nastoitusta. Erot prosenttiluvuissa maan eri osien välillä ovat pieniä. Vuotuisissa käyttöajoissa erot ovat jo merkityksellisiä. Sen sijaan vanhempien päällysteiden kestoikää ja kulumista tarkasteltaessa on otettava huomioon, että nastat alkoivat yleistyä vasta 1960 -luvun alkuvuosina. Niinikään on otettava huomioon, että liikennemäärä kasvaa jatkuvasti.

Raideuran syvyyden kasvun riippuvuus tien liikennemäärästä (KVL autoa/vrk kestoiän lopussa) on esitetty kuvassa 5. Voidaan todeta, että jo verrattain vähäinenkin liikenne - 1000 autoa/vrk - riittää kuluttamaan päällystettä yli 1 mm/v, kun taas 10-kertainenkin liikennemäärä - 10 000 autoa/vrk - kuluttaa vain noin 4 mm/v. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että hyvinkin vähäinen liikennemäärä riittää kuluttamaan mastiksia suurempien rakeiden välistä pois yhden talven aikana niin, että nämä jäävät hiukan koholle ja painuvat kesällä sisään, minkä jälkeen sama ilmiö toistuu seuraavan talven kuluessa. Vilkkaila teillä taas kuluminen hidastuu jo alkutalvesta, kun kivet tulevat esiin.



Kuva 5: Raideuran syvyyden vuotuisen kasvun riippuvuus liikennemäärästä kestopäällysteyillä teillä (max. raekoko 18 mm)

Raskaan liikenteen osuus tien kokonaisliikennemäärästä näyttää vaikuttavan kulumiseen verrattain vähän. Havainnot viittaavat siihen, että raskaiden ajoneuvojen osuus nastakulutuksesta on prosentteina likipitään sama kuin niiden osuus vuotuisesta kokonaisliikennesuoritteesta (ajokm/v). Siten arvioitaessa nastarengaskulutusta liikennemäärää kuvaavana mittana voidaan käyttää yksikköä KVL autoa/vrk.

Liikenteen keskimääräisen ajonopeuden voidaan olettaa vaikuttavan kulumiseen siten, että suhteellinen kulumisnopeus (mm/v) saadaan jakamalla tien nopeusrajoitus luvulla 90. Liikenteen käyttämien ajolinjojen keskittyminen tien

kapeudesta johtuen tekee kulumaurista kapeampia ja samalla syvempiä. Teoreettisesti tarkastellen on ajourien syvyys suunnilleen kääntäen verrannollinen ajoneuville sen oman leveyden lisäksi kaistaviivojen välissä jäävään liikkumavaraan. Ajoneuvojen keskimääräiseksi leveydeksi voidaan olettaa 1,8 m. Sitten olisi esimerkiksi 3,75 metrin ja 2,75 metrin ajokaistojen kulumaurien syvyyksien suhde muiden tekijöiden pysyessä samana:

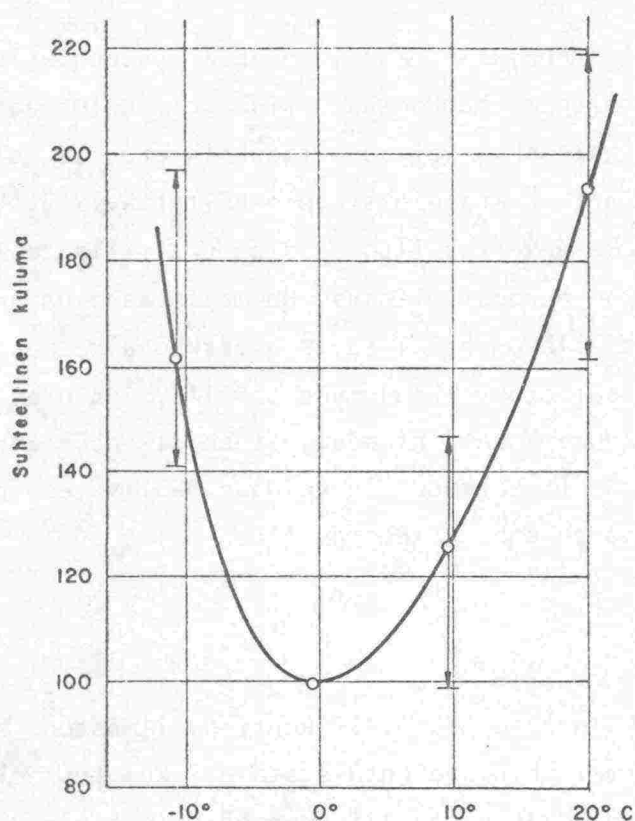
$$\frac{3,75 - 1,80}{2,75 - 1,80} = \frac{1,95}{0,95} = 2,05$$

Uloimmat raideurat ovat yleensä syvemmät kuin keskellä olevat. Tämä johtuu siitä, että kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen oikeanpuoleiset pyörät osuvat suunnilleen samalle kohdalle, kun taas raskaiden autojen vasemmanpuoleiset pyörät kulkevat lähempänä keskiviivaa kuin kevyiden autojen. Liikenteen ajolinjojen valintaan vaikuttavat tien leveyden lisäksi monet muutkin tekijät kuten liikennemäärä, pientareen leveys, kevyen liikenteen määrä jne. Tien ajolinjojen tavallista suurempi keskittyminen on arvioitavissa parhaiten vanhan päällysteen kulumaurista.

Ilmasto

Kulumisen kannalta ovat tärkeitä säähän liittyviä tekijöitä kosteus ja lämpötila. Laboratorio-olosuhteissa suoritetuissa kokeissa on todettu päällysteiden kuluvan märkänä 2-7 kertaa niin nopeasti kuin kuivana. Ainakin osa kulumisnopeuden lisäyksestä on selitettävissä sillä, että kiven lujuus märkänä on vain noin puolet sen lujuudesta kuivana. Suolan käyttö lisää sen ajan pituutta, jolloin päällyste on kosteana. Lisäksi suolauksella poistetaan lumi- ja jääkerros, joka muuten suojaisi päällystettä nastarenkailta verrattain pitkän ajan aina pinnan peittymisen jälkeen.

Lämpötila vaikuttaa päällysteiden kulumiseen siten, että kuluminen on pienimmillään 0°C tienoilla (kuva 6). Ilmiötä selitetään siten, että alhaisissa lämpötiloissa on renkaan kumi jäykempää ja nastan pistovoima näin ollen suurempi. Lisäksi muuttuu bitumi alhaisissa lämpötiloissa hauraaksi. Korkeammissa lämpötiloissa bitumi taas saa viskoelastisia ominaisuuksia, jolloin nasta pystyy tunkeutumaan syvemmälle mastiksiin ja nastaraapaisut irrottavat enemmän mastiksia. Ilmasto vaikuttaa välillisesti nastojen käyttöaikoihin. Ennen syksyä 1974 oli nastarenkaiden sallittu käyttöaika 1.10-15.5. eli 7,5 kk koko maassa. Myöhemmin sallittu käyttöaika on Etelä-Suomessa alennettu 6 kk:ksi ja Pohjois-Suomessa 7 kk:ksi.



Kuva 6: Lämpötilan vaikutus päällysteen kulumiseen (J. Hode Keyser 1971)

Ilmaston kosteuden suhteen on Etelä-Suomi epäedullisemmassa asemassa kuin Pohjois-Suomi. Lisäksi ovat päällysteet lumen ja jään peitossa maan pohjois- ja sisäosissa suuremman osan talvesta kuin maan eteläosissa ja rannikolla. Toisaalta Etelä-Suomi on lämpötilan suhteen edullisemmassa asemassa siten, että lämpötila on lähellä 0°C suuremman osan nastarengaskaudesta. Tällöin päällysteet ovat kuitenkin suuren osan ajasta märkiä.

Sää rappeuttaa päällystettä myös siten, että päällysteen huokosissa olevan kosteuden toistuva jäätyminen ja sulaminen saa aikaan rakenteen löyhtymistä, joka heikentää kulutuskestävyyttä.

Kaikki edellä mainitut ilmastotekijät sekä mahdolliset muut tekijät vaikuttavat yhdessä sen, että alle 4000 ajon./vrk liikennemäärillä kuluminen maan keski- ja pohjoisosissa on noin 30 % vähäisempää kuin maan eteläosissa (U, T, H, Ky-piirit).

Deformaatio

Ajourien muodostuminen ei aina yksinomaan johdu päällysteen kulumisesta, vaan myös päällysteen tai sen alustan muodonmuutoksista eli deformaatiosta. Deformaatiota ja kulumista on kuitenkin vaikea mittauksin erottaa toisistaan. Toiseksi ei asiaa koskevia tutkimustuloksia ole käytettävissä. Yleinen käsitys kuitenkin on, että rakennekerroksiltaan asianmukaisilla teillä aiheuttaa kuluminen valtaosan ajouran muodostumisesta. Huomattavaa alustan deformaatiota voidaan epäillä, jos tiellä on havaittavissa verkkohalkeamaa tai erilaisista epätasaisuutta. Deformaatiota voidaan myös epäillä, jos uran syvyys on paljon suurempi kuin liikennemäärän tai päällysteen ulkonäön perusteella arvioitu kuluminen edellyttäisi. Varmuudella voidaan päällysteen paksuus ja siitä kautta kuluminen mitata poranäytteiden avulla.

Kulutuseennuste

Laadittaessa ennustetta kulutustekijäin, liikenteen, ilmaston, kunnossapidon, tiekohteisten seikkojen yms. yhteisvaikutuksesta eli kulutusrasituksesta tietylle tieosalle voidaan arvio perustaa liikennemäärätietoihin, joita tarkistetaan taulukon 1 avulla.

| | Kerroin k_i |
|-------------------------------------|----------------|
| 1. <u>Ilmastoalue</u> | |
| U, T, H, Ky | 1,00 |
| Muu Suomi | 0,70 |
| 2. <u>Nopeusrajoitus v km/h</u> | $\frac{v}{90}$ |
| 3. <u>Ajourien keskittyminen</u> | 0,70...1,30 |
| (arvioidaan vanhasta päällysteestä) | |

Taulukko 1: Kulutusrasitukseen vaikuttavat osatekijät. Tien liikennemäärä kerrotaan taulukosta saatavilla kolmella kertoimella, jolloin saadaan kulutusrasitusta kuvaava muunnettu liikennemäärä $k_1 \times k_2 \times k_3 \times KVL$.

Muunnettukin liikennemäärä kuvaa tulevaa kulutusrasitusta vain karkeasti. Ilmastoaluejako vaatisi tarkistusta ja ajourien keskittymistä kuvaava tekijä lähempää laskentaohjetta. Tuonnemmat mahdolliset muutokset nopeusrajoit-

tuksissa, nastarengasmääräyksissä ja vastaavissa edellyttäisi omia tarkistuksiaan.

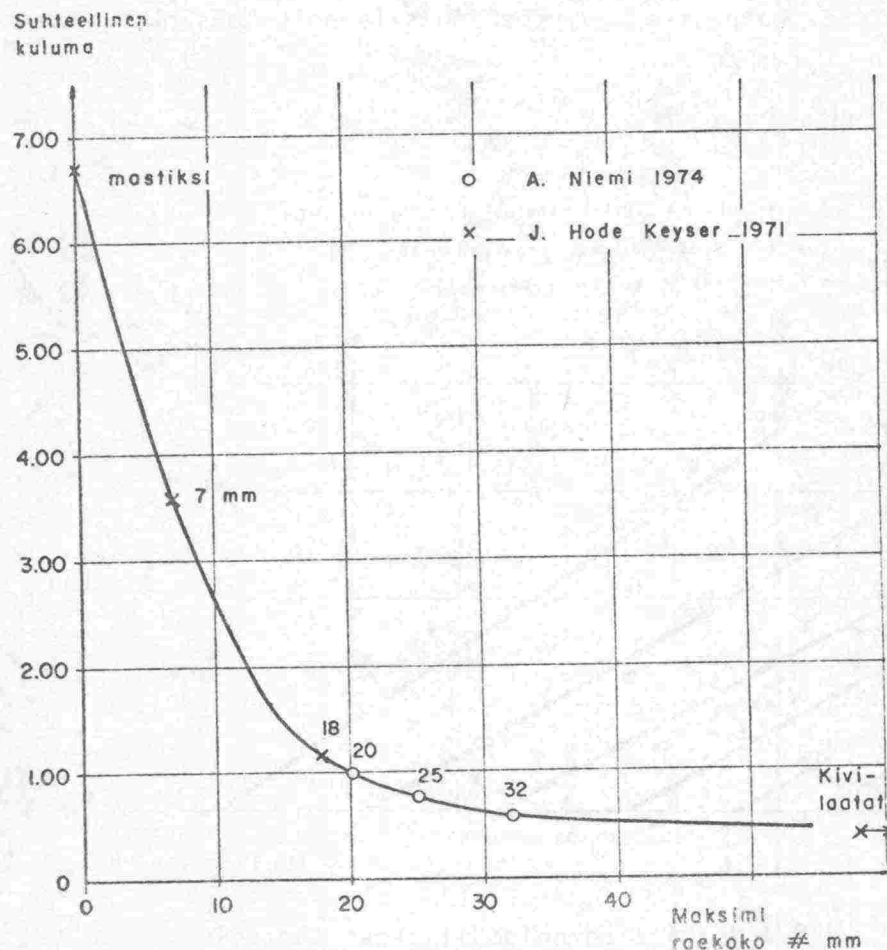
2.22 Kulutuskestävyyteen vaikuttavat tekijät

Päällysteen kulutuskestävyys riippuu useista tekijöistä, asfalttimassan raaka-aineista ja niiden seossuhteista, päällysteen valmistusprosessista sekä valmiin päällysteen laatuominaisuuksista kuten tiiveydestä. Seuraavassa käsitellään keskeisiä asfalttibetonien kulutuskestävyyteen vaikuttavia seikkoja. Ne ovat monin kohdin sovellettavissa valuasfalttien ja myös öljysoran kulutuskestävyyden arvioimiseen.

Kiviainesseos

Kahta kulutuskierroksella tehtyä tutkimusta yhdistelemällä on saatu kuvassa 7 esitetty käyrä maksimi raekoon vaikutuksesta suhteelliseen kulumaan. Luvuin esitettynä on suhteellinen kuluma seuraava:

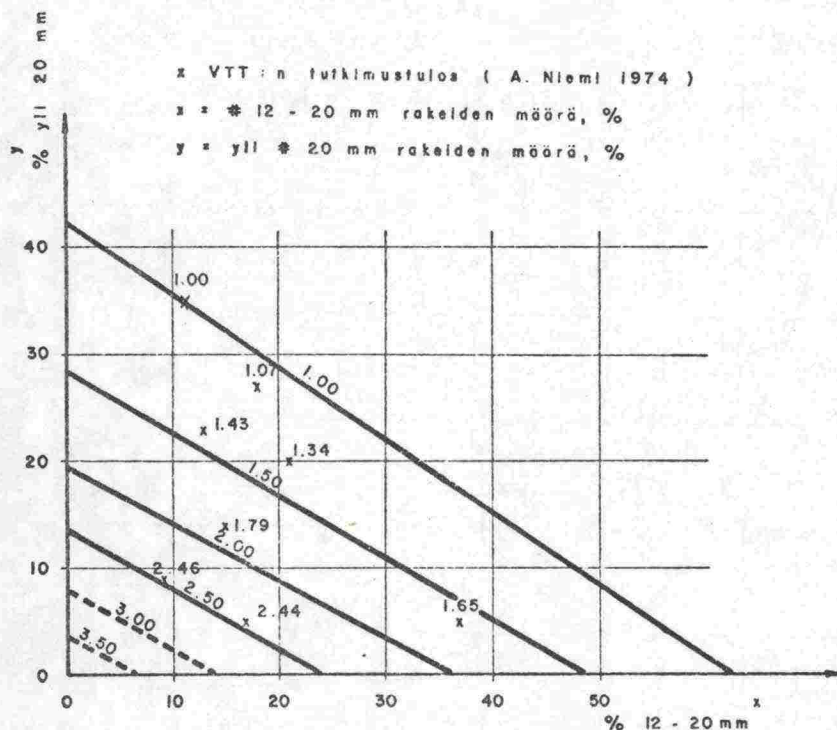
| | | | | | | | | |
|------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Maksimi raekoko mm | mastiksi | 6 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | kivilaatat |
| Suhteellinen kuluminen | 6,70 | 4,00 | 2,15 | 1,33 | 1,00 | 0,76 | 0,59 | (0,40) |



Kuva 7: Suhteellisen kuluman riippuvuus maksimi raekoosta

Tuloksista voidaan todeta, että maksimi raekoon pienentyessä alle 15 mm:n liisääntyy kulumisen jyrkästi ja hienorakeisimmalla mahdollisella massalla eli pelkällä mastiksilla on saatu lähes viisinkertainen kulumisen 15 mm:n massa- verrattuna. Toisaalta maksimi raekoon kasvaessa 15 mm:stä vähenee kulumisen huomattavasti vähemmän mutta silti vielä merkittävästi. Ääriraja kulumiselle on tutkimuksessa saatu pinnoittamalla päällyste pelkästään pienillä kivilaa- toilla, jolloin suhteellinen kulumisen on ollut 40 % maksimi raekooltaan 20 mm:n päällysteen kulumisesta. Vaikka viimeksi mainittu prosenttiluku tun- tuu verrattain korkealta, osoittaa se joka tapauksessa, että ääriraja pääl- lysteen kulumiskestävyydelle on olemassa.

Tärkeämpi tekijä kuin maksimi raekoko on suurten, kulutusta kestävien rakei- den määrä. Jos suurikokoisia rakeita on harvassa, kuluu mastiksi syvältä ra- keiden välistä, kunnes rakeet irtoavat tai painuvat keväällä syvemmälle. Ku- vassa 8 on esitetty 12-20 mm:n rakeiden sekä yli 20 mm:n rakeiden määrän vaikutus suhteellisen kuluman arvoihin VTT:n kokeiden perusteella. Kuvasta voidaan todeta esimerkiksi, että jos 12-20 mm:n kiviainesta on 20 % ja yli 20 mm:n 9 %, on suhteellinen kuluma 2,00. Jos nyt halutaan parantaa kulutus- kestävyyttä arvoon 1,50, on lisättävä joko yli 20 mm:n kiviaineksen osuutta 8 %-yksiköllä tai 12-20 mm:n kiviaineksen osuutta 15 %-yksiköllä. Yli 20 mm:n rakeiden vaikutus kulutuskestävyyteen on siis noin kaksinkertainen verrattu- na 12-20 mm:n kiviainekseen.



Kuva 8: Asfalttibetonipäällysteen suhteel-
linen kulumisen

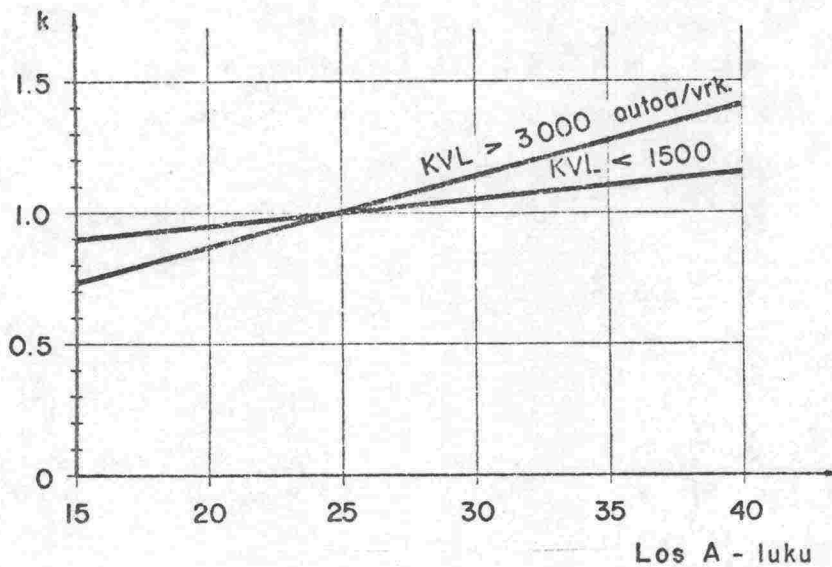
Jos suurikokoisten rakeiden osuus on liian suuri, ei niiden väliin riitä mastiksia rakeiden kiinnipitämiseksi ja päällyste kuluu tai purkautuu tämän vuoksi. Näin ollen on olemassa tietty teoreettinen 12 mm:n läpäisyarvo, jolloin kulumisen (+ purkautuminen) on pienimmillään. Alhainen 12 mm:n läpäisyprosentti voidaan saavuttaa joko epäjatkuvalle suhteituksella tai suurella maksimi raekoolla. Käytännössä ei ole tarvetta eikä mahdollisuuksiakaan alle 55-60 läpäisyprosentin arvoihin, sillä kulumisnopeus alenee tällä alueella enää vähän ja päällysteen muut ominaisuudet (tyhjätila, säänkestävyys, lajittumisherkkyys ja tasaisuus) alkavat toisaalta heikentyä.

Jos karkeita rakeita on runsaasti, ei niiden välissä olevan, alle 12 mm:n kiviaineksesta koostuvan massan kulutuskestävyydellä ole enää suurta merkitystä, sillä suurten kivien kulumisnopeus määrää muutenkin päällysteen kulumisnopeuden. Suurten kivien kiinnipitämiseksi ei kivien välissä olevan massan tarvitse tällöin täyttää erityisen suuria vaatimuksia. Kun suurten rakeiden määrä tai maksimi raekoko pienenee, tulee karkeiden rakeiden välissä olevan massan kulutuskestävyys merkitykseltään tärkeämmäksi.

Kiviaineksen lujuus

Kun päällysteiden pääasiallinen kulumisen ei aiheudu suurten kiviainesrakeiden irtoamisesta, vaan niiden kulumisesta tai murskautumisesta, on selvää, että kulumiskestävyys riippuu suurten rakeiden lujuudesta. Kiviaineksen lujuuden merkitystä aliarvioidaan usein joidenkin esimerkkitapausten perusteella, vaikka toisaalta monet käytännön tapaukset, kulutuskiertoratakoheet ja kulutusprosessin perusteella tehtävät johtopäätökset osoittavat toista. Heikko kiviaines on tunnistettavissa kuluneen päällysteen sileyden ja karkeiden rakeiden murskautumisen perusteella. Kuitenkin on huomattava, että kiviaineksen lujuuden vaikutus kulumiseen on kulumisen alkuvaiheessa ja vähäisellä liikenteellä pienempi, koska kulumisen tällöin on suuremmassa määrin mastiksin kulumista. Jos kivet painuvat kesän aikana mastiksin tasolle, kuluu päällyste joka tapauksessa 1-1,5 mm/v, vaikka kivet eivät kuluisi lainkaan. Jos esimerkiksi kivet kuluvat 0,4 mm ja päällyste niiden välissä 1,5 mm ja jos suuret rakeet peittävät 30 % päällysteen pinnasta, on kokonaiskulumisen kivien painuttua sisään $0,30 \times 0,4 + 0,70 \times 1,5 = 1,2$ mm.

Arvioitaessa kiviaineksen lujuuden vaikutusta päällysteen kestoikään voidaan käyttää kuvaa 9, joka perustuu koetuloksiin ja käytännön kokemukseen. Kiviaineksen muotoarvojen, puikkoisuuden ja liuskeisuuden vaikutus kulumiseen lieenee melko vähäinen edellyttäen, että nämä pysyvät kohtuullisten rajojen sisällä.



Kuva 9: Arviointiperusteet kiviaineksen lujuuden vaikutuksesta kestopäällysteen kestoikään.

k = suhteellinen kuluminen + muu kestoikää lyhentävä vaurioituminen

Sideaine

Eräissä kulutusratakokeissa on saatu tuloksia, joiden mukaan kuluminen olisi pienimmillään jo sideainepitoisuuden arvolla, joka on noin 1 %-yksikkö al-
le sen arvon, jolloin sideaine alkaa nousta pintaan. Yleinen käytännön koke-
mukseen perustuva käsitys on kuitenkin, että runsas sideainepitoisuus vähen-
tää kulumista ja että edullisin tulos saavutetaan käyttämällä niin paljon
sideainetta kuin mahdollista ilman, että tapahtuu sideaineen sanottavaa pin-
taannousua. Alhaisemmalla bitumipitoisuuden arvolla on vaikeampi saavuttaa
riittävän hyviä tyhjätilan arvoja. Suurilla tyhjätilan arvoilla ja vähän si-
deainetta sisältävällä massalla on heikko sisäinen koheesio ja siten heikko
kulutuskestävyys. Lisäksi saa huokosissa olevan veden toistuva jäätyminen ja
sulaminen ilmeisesti aikaan mastiksin rapautumista ja irtoamista syvältä
suurten kiviainesrakeiden välistä, jolloin päällysteen pinta tulee hyvin kar-
keaksi.

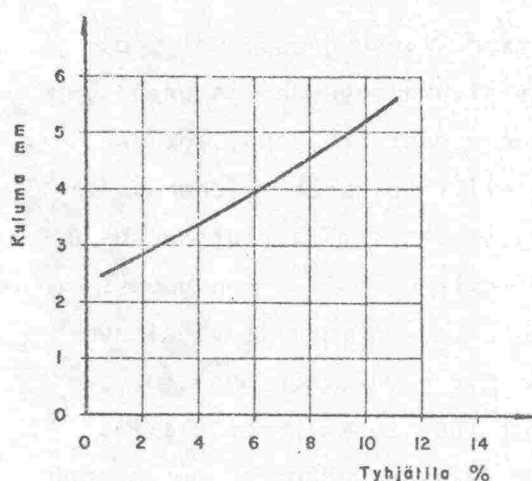
Filleri

Filleriksi katsotaan tässä 0,074 seulan läpäisevä kiviaines. Fillerimäärää
muuttamalla säädellään kiviainesseoksen ja myös päällysteen tyhjätilaa. Tär-

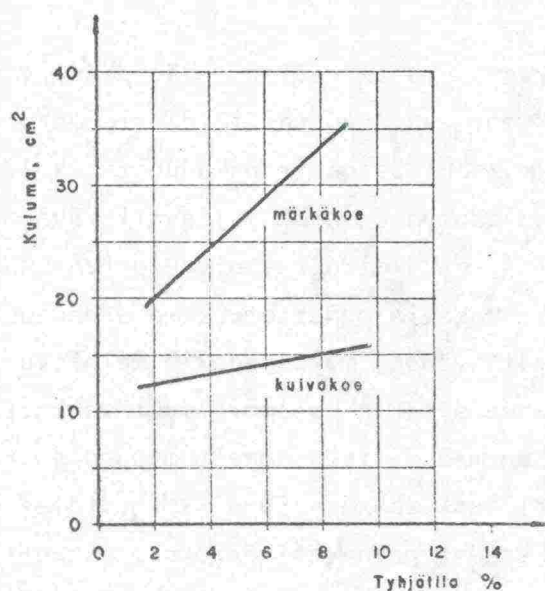
kein fillerin tehtävä on mastiksin lujuuden lisääminen. Tässä suhteessa on fillerin laadulla huomattava merkitys. Ns. syklonipöly on varsin tasarakeista eikä siinä ole alle 0,001 mm:n hiukkasia lainkaan. Sen sijaan kalkkikivestä jauhamalla tehty filleri on rakeisuudeltaan hyvin suhteistunutta ja tiiviiksi pakkautuvaa. Kalkkikivellä on muiden emäksisten kivialajien tavoin myös hyvät tarttuvuusominaisuudet. Näiden ominaisuuksien vuoksi saadaan pelkästä kalkkifillerin ja bitumin seoksesta valmistetuilla koekappaleilla parempi Marshall -lujuuden arvoja kuin syklonipölyn ja bitumin seoksella. Kalkkifilleri parantaa kulutuskestävyyttä myös sen kautta, että se pienentää massaseoksen sisäistä kitkaa. Massa sekoittuu tasalaatuisemmaksi ja on helpommin työstettävää ja jyrättävää, jolloin tyhjätilat jäävät pienemmiksi.

Tyhjätila

Eräitä tutkimustuloksia tyhjätilan vaikutuksesta on esitetty kuvissa 10 ja 11. Karkeasti yleistäen voidaan todeta, että tyhjätilan lisäys 1 %-yksiköllä lisää suhteellista kulumista 10 % ja lyhentää päällysteen kestoikää vastaavasti yli vuodella. Tyhjätilan vaikutus riippuu monista tekijöistä, mm. sideainepitoisuudesta ja karkean kiviaineksen määrästä. Sideainerikas päällyste kuluu suurestakin tyhjätilasta huolimatta verrattain vähän eikä ole tässä mielessä yhtä altis suhteitus- ja työvirheille kuin sideaineköyhä päällyste. Lisäksi tiivistyy sideainerikas päällyste myöhemmin lisää liikenteen alla runsaammin kuin sideaineköyhä massa.



Kuva 10: Tyhjätilan vaikutus asfalttibetonipäällysteen kulumiseen (Thurman Moe 1970)



Kuva 11: Iskukulutuslaitteella saadun kulumisen riippuvuus tyhjätilasta, Tröger & Helfrich (Strasse und Autobahn 22/1971)

Tasalaatuisuus

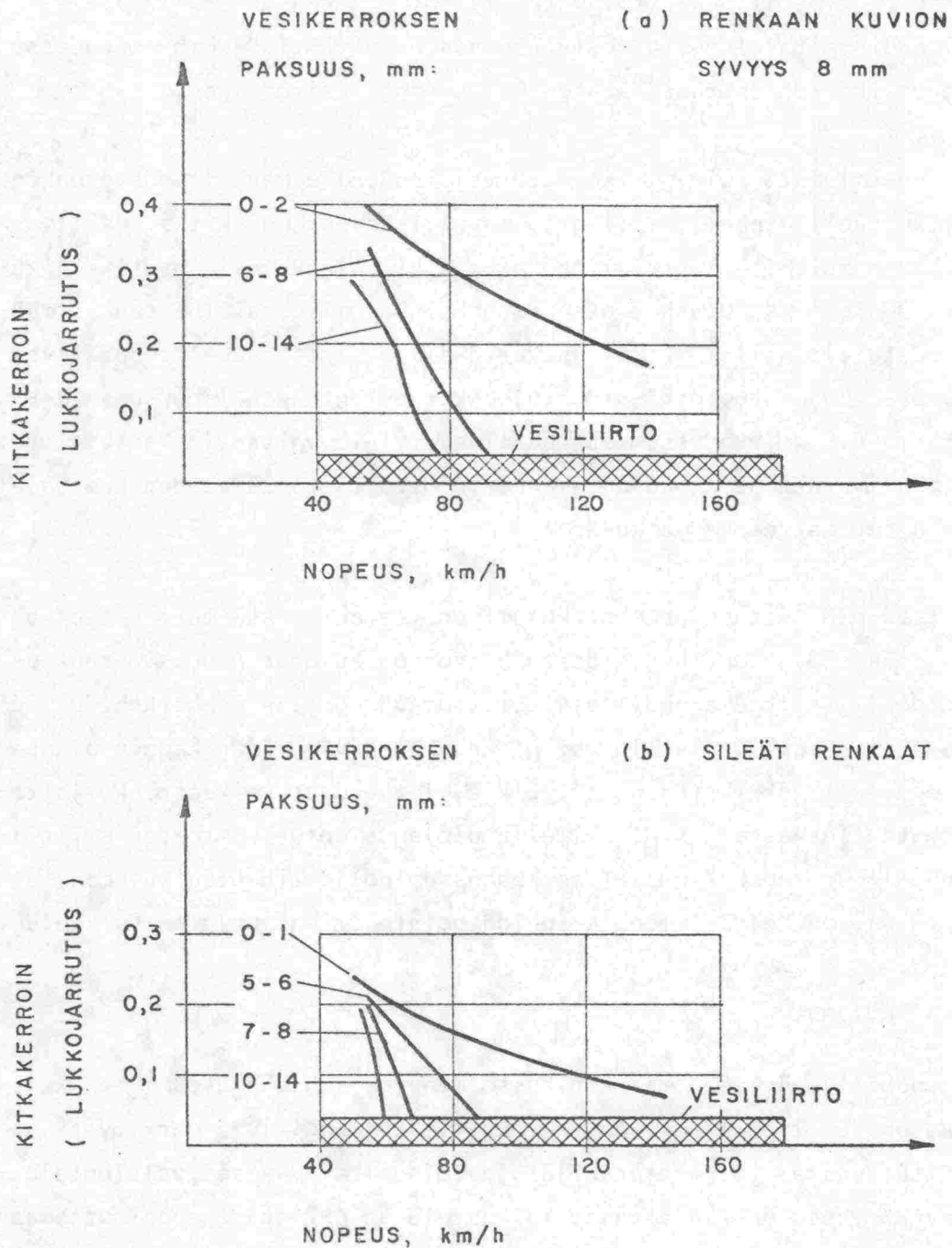
Raideuran syvyyden yksittäiset mittaustulokset vaihtelevat yleensä ± 30 %. Lyhyellä, suoralla, tasaisella, hyvinrakennetulla tieosalla havaittuihin urasyvyyden vaihteluihin on mahdollisen alustan deformaation lisäksi ainoana syynä vaihtelut päällysteen laatuominaisuuksissa. Kun päällysteen eniten kuluneet kohdat usein määräävät päällysteen uusimisajankohdan, on päällysteen tasalaatuisuudella tärkeä merkitys kestävyyskannalta. Monet tiepäällysteet on jouduttu uusimaan ennenaikaisesti lajittumavirheiden takia.

2.23 Kulumasta tulevat haitat

Syvät ajourat aiheuttavat liikenteelle vaaraa vesiliirrosta, vaarantavat ohitustilanteita ja lisäävät sadesäällä tuulilaseihin roiskuvan veden ja kuran määrää. Vesiliirto syntyy silloin, kun vesi ei enää ehdi ajoneuvon suuresta nopeudesta johtuen poistua renkaan alta. Kuvassa 12 on esitetty eräitä tutkimustuloksia vesikerroksen paksuuden vaikutuksesta kitkakertoimeen eri nopeuksilla. Havaitaan, että jo alle 2 mm:n vesikerros riittää aikaansaamaan 120 km/h nopeudella hyvillä renkailla kitkan alenemisen arvoon 0,2 (pyörät lukittuna), mikä vastaa talvikeliä nastarenkailla. Kun vesikerroksen paksuus tästä kasvaa tasaisesti, alenee myös kitkakerroin kunnes tietyllä vesikerroksen paksuudella on kitkakerroin lähes nolla. Kuvassa 12 on vesiliirroksi katsottu tilanne, jolloin kitkakerroin lukitulla pyörällä on alle 0,05. Kitkakertoimeen vaikuttaa paitsi renkaiden kulumisuus (kuvat a ja b) myös päällysteen pinnan karkeus.

Uran syvyys, josta vesi ei enää pääse virtaamaan sivusuunnassa pois, on noin 15 mm. Sen arvo vaihtelee tiekohtaisesti sivukaltevuuden ja uran leveyden mukaan. Sateen rankkuudesta ja liikennemäärästä riippuu, ehtiikö vettä kerääntyä uran pohjalle riittävästi. Vesiliirtovaaraa voidaan välttää siten, että ei ajeta aivan urien kohdalla, mutta tämä aiheuttaa uusia riskejä. Vakavia onnettomuuksia aiheutuu varsinaisen vesiliirron vuoksi verrattain vähän, mutta edellä mainittu kitkakertoimen merkittävä aleneminen lienee sitäkin useammin myötävaikuttavana syynä vakaviin onnettomuuksiin. Kun mahdollisen onnettomuuden seuraukset 100-120 km/h nopeuksilla ovat eri luokkaa kuin 50-60 km/h, tulee ottaa vakavasti huomioon urien pohjalle kerääntyneen vesikerroksen aiheuttama vaara erityisesti teillä, joilla on korkeat nopeusrajoitukset. Teillä, joilla on alhaiset nopeusrajoitukset, voidaan katsoa vakavien onnettomuuksien riski niin paljon pienemmäksi, että kitkakertoimelle voidaan hyväksyä pienempiä arvoja. Vilkaas-

ti liikennöidyillä teillä on onnettomuuden ja yhteentörmäyksen mahdollisuus suurempi, joten myös liikennemäärä tulisi ottaa huomioon.



Kuva 12: Vesikerroksen paksuuden vaikutus kitkakertoimeen.

Kulumaurista aiheutuu vaaraa myös ohitustilanteissa. Esimerkiksi 30 mm urat, joiden etäisyys tien keskiviivasta on 75 cm, muodostavat tien keskelle harjanteen, jonka sivukaltevuus on normien mukaisen 2,5 %:n sijasta 6,5 %. Vuorottaisten urien ja harjanteiden ylittäminen kaistaa vaihdet-

taessa aiheuttaa erityisesti liukkaalla talvikelillä huomattavan ajodynami-
misen vaaratekijän. Vaaralliset raiteensyvyyydet saattavat olla tässä suh-
teessa 20-40 mm, kun nopeudet ovat vastaavasti 100-60 km/h. Liikenneturval-
lisuus vaarantuu myös sitä kautta, että ajoneuvojen renkaat roiskivat tai
nostavat tien pinnalta olevasta vesikerroksesta vettä. 100 km/h nopeudessa
jo 1,5 mm:n vesikerros on tässä suhteessa selvästi haitallinen.

Päällysteen kulumisesta tulee liikenneturvallisuudelle merkittävää etuakin
- karkeaksi kuluneilla päällysteillä on tavallista parempi kitka. Päällys-
te on sitä karkeampi mitä suurempi on karkean kiviaineksen ja mastiksin ku-
lutuskestävyyden ero. Kulutuskerroksen ohueksi kulumisesta aiheutuu ylimää-
räistä rasitusta alapuolisille rakennekerroksille, mutta uudelleenpäällyst-
ämiset saavat aikaan sen, että sidottujen kerrosten kokonaispaksuus kas-
vaa keskimäärin 0,5 cm vuodessa kestopäällystetyillä valta- ja kantateillä.
Näin ollen päällysrakenne, joka on alunperin mitoitettu 20 vuoden kestoajal-
le, kestääkin periaatteessa jatkuvasti.

Yksikerroksisen päällysteen ohueksi kulumisen vaarantaa kuitenkin itse ku-
lutuskerroksen kestävyys. Kun sidottu kerros on kulunut ohueksi, tunkeu-
tuu vesi helposti lajittumakohdista sitomattomaan kerrokseen heikentäen sen
kantavuutta. Erityisesti talvella voi pitkään kestävä märän kauden aikana
päällysteeseen tulla äkkiä runsaasti reikiä, jotka ovat vaikeasti korjatta-
via ja liikenteelle vaarallisia. Jäljellä olevan sidotun kerroksen kriitil-
linen paksuus lienee noin 2 cm.. Tien kunnossapidolle aiheutuu kulmauris-
ta haittaa mm. siten, että lumen ja sohjon poisto urien pohjalta vaikeutuu.

2.24 Sallitut kulumat

Kun uudelleenpäällystäminen tms. korjaustoimenpide tehdään useimmiten kulu-
misen takia, on sallitun kulumisen suuruudella taloudellista merkitystä.
Edellä mainitut vaara- ja haittatekijät ja toisaalta nykyiset valtiontalou-
den säästöpyrkimykset on seuraavassa tarkastelussa pyritty tasapainottamaan
keskenään. Liitteeseen 1 on merkitty yleisohjeet kestopäällysteiden uusi-
mistarpeen määrittämisestä.

Uran pohjalle jäävän veden aiheuttama kitkan heikkeneminen ja vesiliirto on
merkittävä liikenneturvallisuutta vaarantava tekijä siitäkin huolimatta, et-
tä vettä ehtii kertymään uran pohjalle verrattain harvoin. Tutkimusten pe-
rusteella on katsottu, että tiellä, jolla on 120 km/h nopeusrajoitus, voi-
taisiin yhdellä prosentilla tien pituudesta hyväksyä 6 mm vesikerros, jol-

loin uran syvyys olisi 3,5 m:n oikolaudalla mitattuna 21 mm. Tällöin on keskimääräinen ulomman uran syvyys 7 mm em. ääriarvoa pienempi eli 14 mm.

Nopeuksilla 50-60 km/h olisi vastaava hyväksyttävä vesikerroksen paksuus noin 15 mm. Ajoneuvo on kuitenkin näillä nopeuksilla helposti hallittavissa, paksumpi vesikerros on huomattavasti harvinaisempi ja mahdollinen onnettomuus on seurauksiltaan lievempi. Näistä syistä on sallittu vesikerroksen paksuus korotettu harkinnanvaraisesti 30 mm:ksi. Vastaava ajouran syvyyden ääriarvo on 45 mm ja keskiarvo 35 mm.

Näin saadut kaksi sallittua raiteen syvyyden arvoa on merkitty taulukkoon 1 (liite 1) liikennemäärän yli 6000 ajon/vrk kohdalle. Väliarvot nopeuksille 80 ja 100 km/h on saatu interpoloinnilla. Pienemmille liikennemäärille on lukuarvoja harkinnanvaraisesti korotettu. Uran syvyyden keskiarvon sijasta voidaan käyttää myös sitä uran syvyyden arvoa, jonka 20 % mittaustuloksista ylittää. Taulukosta 1 saatavia arvoja on tällöin korotettava nopeuksilla 120-50 km/h vastaavasti 5-8 mm.

Leveillä teillä voi kuluminen olla niin tasaista, että ylin päällystekerros kuluu puhki laajoilta alueilta ilman, että kulumauran syvyys ylittää sallittuja arvoja. Periaatteessa tulisi päällysteitä uusia samaa vauhtia kuin ne kuluvat, joten ylimmän päällystekerroksen puhki kuluminen on osoitus uudelleenpäällystämisen tarpeellisuudesta. Uusiminen on sopivinta tehdä viimeistään silloin kun puhkikulumia on 20 % kahden eniten kuluneen raiteen yhteispituudesta. Uran syvyydestä riippumatta tulisi uusiminen suorittaa myös silloin, kun keskimääräinen sidotun kerroksen paksuus ulomman raiteen pohjassa on 2,0 cm. Paksuus mitataan poranäytteistä, joita voidaan ottaa esimerkiksi 1 km:n välein.

2.3 Verkkohalkeamat ja epätasaisuus

Verkkohalkeamat ovat useimmiten seurausta sitomattomien kerrosten tai pohjamaan heikosta tai heikentyneestä kyvystä ottaa vastaan toistuvia ajoneuvojen aiheuttamia kuormituksia. Ilmiö aiheutuu yleensä kerrosten pehmenemisestä lisääntyneen vesipitoisuuden vaikutuksesta. Jatkuvasti toistuvien taivutusten seurauksena päällyste väsyä ja näin syntyvät halkeamat muodostavat melko säännöllisen verkkokuvion. Verkon silmäkoko vaihtelee 10-50 cm ja riippuu lähinnä siitä, millä syvyydellä heikko kerros sijaitsee. Pieni silmäkoko, 10-15 cm, osoittaa, että myötenantaminen tapahtuu ylimmässä sitomattomassa kerroksessa. Sidottuna kerroksena on tällöin yleensä vain yk-

si 4-6 cm:n päällystekerros ja verkkohalkeamien kohdalla on havaittavissa vähäistä alustan deformatumista (ehkä 1 cm:n luokkaa).

Suuri silmäkoko, yli 30 cm, osoittaa, että myötenantaminen tapahtuu syvempänä olevissa kerroksissa tai pohjamaassa. Alustan deformatuminen on tällöin myös suurempi, ehkä 2-5 cm. Jakavasta kerroksesta tai pohjamaasta johtuvat verkkohalkeamat pyrkivät nopeasti lisääntymään liikenteen ja sateiden yhteisvaikutuksesta ja liikenne aiheuttaa lopulta lohkojen löyhtymistä ja irtoamista. Vaurioiden estämiseksi on heikko kerros poistettava ja korvattava kunnollisella materiaalilla.

Verkkohalkeamat, jotka aiheutuvat ylimmistä sitomattomista kerroksista, syntyvät tavallisesti aikaisin keväällä. Niiden kehittyminen pysähtyy, kun ilmat lämpenevät.

Varsinaisista verkkohalkeamista on erotettava routakohoumista tai päällysteen kutistumisesta johtuvat halkeamat, jotka voivat myös yhdistyä verkko- maisiksi kuvioiksi. Erilaisesta syntymistavasta johtuen näiltä puuttuu kuitenkin toistuvien taivutusten aiheuttamien verkkohalkeamien säännöllisyys, eivätkä ne myöskään samalla tavalla kehity jatkuvasti pahemmiksi.

Verkkohalkeamat lisääntyvät usein kasvavalla nopeudella ja vauriotutkimuksissa on todettu verkkohalkeamien määrän eräissä tapauksissa lisääntyvän vuosittain kaksinkertaiseksi. Verkkohalkeamien yhteydessä esiintyvät epätasaisuudet ja raideurat aiheuttavat liikenteelle haittaa. Suoranaisesti eivät verkkohalkeamat haittaa liikennettä ennen kuin päällystelohkot alkavat löyhtyä ja irrota.

Verkkohalkeamien kehittyminen ja lisääntyminen on yleensä useita vuosia kestävä prosessi. Tässä mielessä on huomattavaa taloudellista merkitystä sillä, missä vaiheessa verkkohalkeamien vuoksi ryhdytään laajoihin korjaustoimiin. Ääritapauksessa voidaan ryhtyä ehkäisevään kunnossapitoon (uusien päällystekerrosten tekemiseen) pelkästään huonojen kantavuusmittausarvojen perusteella, vaikka päällystevaurioita ei vielä ole ehtinyt kehittyä. Uudelleenpäällystäminen voidaan tehdä myös siinä vaiheessa, kun verkkohalkeamien määrä on alkanut voimakkaasti lisääntyä, jolloin samalla tavalla pyritään uusien vaurioiden ennaltaehkäisyyn.

Arvosteltaessa verkkohalkeamien vakavuutta on niiden määrän lisäksi erityisen tärkeää se, kuinka nopeasti verkkohalkeamien määrä on kasvanut tai kasvaa. Periaatteessa ei päällystettä tulisi verkkohalkeamien vuoksi uu-

delleenpäällystää, ellei ole odotettavissa, että se lähtee purkautumaan lohkoina. Toisaalta kuitenkin voidaan pitää kohtuullisena uusia päällyste, jonka pinta-alasta huomattava osa on verkkohalkeamilla. Kohtuulliseksi määräksi voidaan katsoa 30 % ajoratapäällysteen pinta-alasta. Jos verkkohalkeamat ovat keskittyneet lyhyille tien osille, voidaan uusimista lykätä korjaamalla vain pahimmin vaurioituneet kohdat.

Epätasaisuus ei sinänsä ole erillinen vauriotyyppi, vaan mitattavissa oleva päällysteen ominaisuus, johon vaikuttavat yleensä monet erityyppiset vauriot. Epätasaisuuden mittaukseen on kehitetty monenlaisia laitteita. Meillä käytetään yleensä VTT:n tie- ja liikennelaboratoriolla olevaa hinnettavaa, yhteenlaskevaa sysäysmittaria. Epätasaisuuden mittaussyksikkö on tällöin cm/km.

Epätasaisuuden haitat kohdistuvat lähinnä raskaaseen liikenteeseen, linja-autoihin ja kuorma-autoihin, minkä vuoksi henkilöautolla liikkuvalla saat-
taa olla väärä kuva epätasaisuuden merkityksestä liikenteelle. Epätasaisuuden vuoksi uusiminen on aiheellista, jos epätasaisuusluku ylittää 250-350 cm/km tien nopeusrajoituksesta ja liikennemäärästä riippuen. Näin korkea raja-arvo johtaa siihen, että epätasaisuus tulee harvoin kysymykseen uudelleenpäällystämisen syynä.

3. PÄÄLLYSTEEN JA SEN KORJAUSTAVAN VALINTA

3.1 Yleistä

Tiesuunnitelmassa määrätään rakennettavan tai parannettavan tien päällysrakenne ja sen osana kulutuskerros. Nykyisten tiesuunnittelunormien päällysrakennetta koskeva osa on uusittavana. Uusissa ohjeissa tullaan antamaan tarkistettut kulutuskerroksen valintaa koskevat perusteet. Niihin ei tässä puututa lähemmin. Aihetta on kuitenkin todeta, että korkealuokkainen öljysorapäällyste voi olla käyttökelpoinen ja taloudellinen aina liikennemäärään 2000-3000 autoa/vrk saakka ja että saattaa olla kannattavaa tehdä ohuehko kulutuskerros asfalttibetonista tielle, jonka liikennemäärä on pienempi kuin 500 autoa/vrk. Päällysteen paksuuden valinnassa otetaan huomioon mm. liikennemäärä ja alustan kantavuus. Jos liikennemäärä on alle 200 autoa/vrk, öljysoran paksuus voi olla 60-70 kg/m², ja jos liikennemäärä ylittää 500 autoa/vrk, yleensä 100 kg/m². Kestopäällystettäessä teitä, joiden liikennemäärä on alle 1000 autoa/vrk, saattaa asfalttibetonin pak-

suudeksi riittää 80 kg/m^2 . Ohuiden yksikerroksisten päällysteiden käyttöä tulee kuitenkin välttää vallankin, jos alustan kantavuus ei ole hyvä ja jos tiellä on runsaasti raskasta liikennettä.

Tiepäällysteiden paikkaamisesta on lähemmät ohjeet julkaisussa Tiepäällysteiden korjausohjeet 1975 (TVH 2.854). Paikkaukseen ei tässä puututa lähemmin, vaan käsitellään ensisijaisesti uudelleenpäällystämistä ja sellaisia laajoja korjaustoimia, joita voidaan käyttää uusimisen sijasta tai sen lykkäämiseksi muutamalla vuodella. Uudelleenpäällystämisen rajoitutaan antamaan seikkaperäisempiä tietoja asfalttibetonista. Näitä tietoja voidaan käyttää hyväksi valittaessa uuden tien asfalttibetonista tehtävää kulutuskerrosta, sen paksuutta ja koostumusta. Niitä voidaan soveltaa bitumiliuosson ja osin myös öljysoran uusimistöiden suunnitteluun.

3.2 Asfalttibetonit

3.21 Tasausmassa ja uusi kulutuskerros

Uuden kulutuskerroksen tekeminen erikseen tasatulle alustalle on teknillisesti paras, yleisimmin käytetty ja kestävin mutta myös kallein kuluneen päällysteen korjausmenetelmä. Kun tasausmassa tehdään erillisenä kerroksena, on epätasaisuudet ja reideurat mahdollista poistaa lähes kokonaan. Kun kulutuskerros on tasapaksu, saavutetaan joka kohdassa tyydyttävä tiiveys ja tasalaatuisuus.

Tavanomaisen tasausmassan kulutuskestävyys on heikohko kulutuskerrokseen verrattuna, mutta yleensä päällyste tulee uusittavaksi ennen kuin kulutuskerros on kulunut puhki. Tasausmassan ensisijainen tarkoitus on raideurien täyttäminen ennen kulutuskerroksen levitystä ja massan käyttö tulisi rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi eli nollatasaukseksi. Pituussuuntainen tasaustaattaa tällöin jäädä heikommaksi kuin runsaalla tasausmassan käytöllä. Raideuria ei myöskään saada kokonaan täytettyä nollatasauksella.

Säännöllisen muotoisten raideurien täyttämiseksi tarvittava massamäärä voidaan laskea olettamalla uran keskimääräiseksi syvyydeksi puolet uran syvyydestä ja leveydeksi uran viereisten harjanteiden huippujen väli. Kun nollatasausta käytetään, on tasausmassan määrä koko päällysteen leveydelle laskeen 8 kg/m^2 jokaista raideuran syvyyden senttimetriä kohti. Nollatasausta käytettäessä tulee valmiiseen kulutuskerrokseen 2-3 mm:n urat, mutta runsaampi tasausmassan käyttö täysin suoran poikkiprofiilin aikaansaamiseksi ei silti ole kannattavaa.

Jos raideurat ovat hyvin syvät, voidaan ne ensin täyttää nollatasauksena mahdollisimman hyvin. Näin tasatulle alustalle tehdään kulutuskerros kuitenkin tasaamattomalle alustalle (ks. kohta 3.12).

Tasauskerroksen paksuutta lisäämällä voidaan parantaa tien kantavuutta. Menettelyä tulisi kuitenkin käyttää lähinnä vain niissä tapauksissa, joissa päällyste uusitaan runsaiden verkkohalkeamien takia.

Alustava hinta-arvio (urakkahinta ilman kiviainesta) voidaan tehdä taulukon 2 tai kuvan 14 mukaan (vuoden 1976 hintataso). Yhdistelmän liimaus + Tas 20 kg/m^2 + Ab 20/100 urakkahinta oli noin 10 mk/m^2 .

Kestoikä voidaan joko arvioida suoraan tai seuraavanlaista laskentamenetelyä käyttäen (esimerkki):

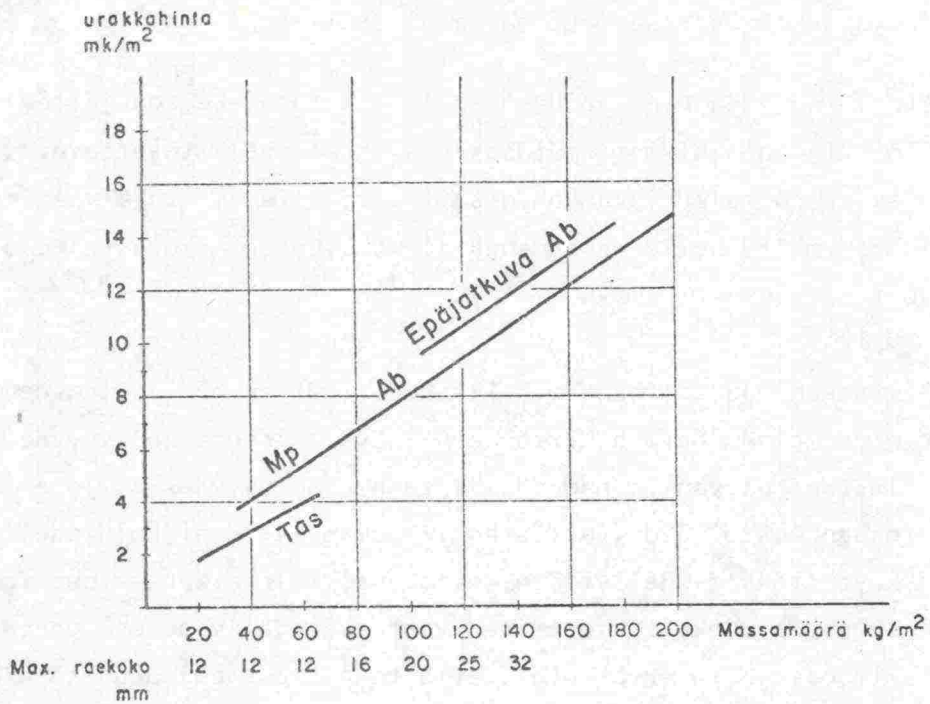
| | | |
|----------------------------------|--------------------|--------|
| - Päällyste | Ab 25/120 | |
| - Liikennemäärä | KVL 3500 autoa/vrk | |
| - Ilmaston vaikutus (taulukko 1) | | x 1,0 |
| - Nopeusrajoitus | 100 km/h | x 1,1 |
| - Ajourien keskittyminen | | x 1,3 |
| Muunnettu KVL | | = 5000 |

Kuvan 5 mukaan kuluu asfalttibetonia Ab 18 vastaava päällyste tällä liikennemäärällä 2,5 mm vuodessa. Kuvan 7 mukaan laskien kuluisi Ab 25 vastaavasti 1,7 mm vuodessa. Uusimisstandardien mukaan olisi sallittu urasyvyys 23 mm, joka siis saavutettaisiin vasta $\frac{23}{1,7} = 13$ vuodessa. On kuitenkin ilmeistä, että päällyste tulee tätä ennen uusittavaksi muista syistä (paikkaukset, verkkohalkeamat, halkeamat, epätasaisuus). Päällysteen keskimääräinen kestoikä - edellyttäen, että kuluminen ei ole määräävä tekijä - saadaan kuvasta 15, ylin käyrä. Tässä tapauksessa saadaan kestoikäksi siis 11 vuotta.

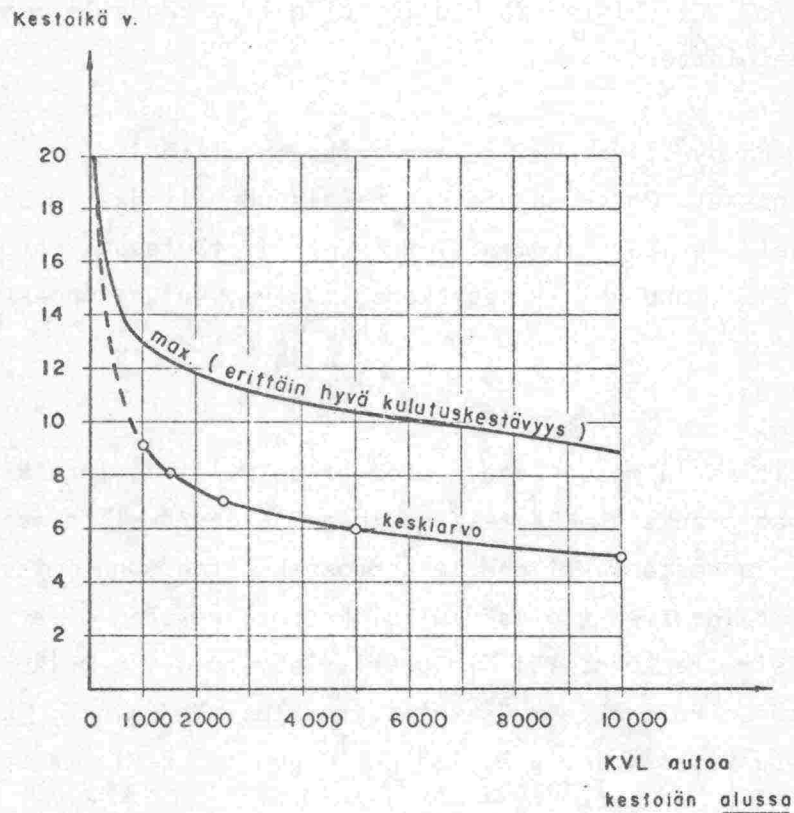
Minkä tahansa päällystelajin kestoian arviointi on epätarkkaa ja päällysteiden uusimisperusteetkin voivat muuttua laskentajakson aikana. Sen sijaan suhteellisten erojen selvittäminen kahden päällystelajin tai korjauksien kesken on mahdollista tehdä luotettavammin, koska erilaiset satunnaiset olosuhdetekijät voidaan tällöin perustellusti olettaa samoiksi. Näin ollen voidaan ensin arvioida tai laskea kestoikä päällysteelle, joka on uusittu tavanomaisella tavalla (Tas + Ab) ja muille menetelmille arvioidaan tai lasketaan kestoikä suhteessa tähän.

| Työn laajuus | 3 000 - 35 000 m ² | | | | | | 35 001 - 80 000 m ² | | | | | | > 80 000 m ² | | | | | | Yhteensä | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|-----|-------|---------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-------|---------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----|-------|---------------|---------------------------|----------|-----------|---------------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| | kpl | Yksikköhinta mk/m ² | | | | Määrä yht. m ² | kpl | Yksikköhinta mk/m ² | | | | Määrä yht. m ² | kpl | Yksikköhinta mk/m ² | | | | Määrä yht. m ² | kpl | Yks.hinta | | Määrä yht. m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | min. | ka. | maks. | keski-hajonta | | | min. | ka. | maks. | keski-hajonta | | | min. | ka. | maks. | keski-hajonta | | | ka. | keski-hajonta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Päällyste | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | </ |

Taulukko 2: Tlepäällysteiden yksikköhinnat vuonna 1976, kun työn tekee urakoitsija (rakennuttajan kilvaines)



Kuva 14: Päällysteen urakkahinnan riippuvuus massamäärästä 1976, rakennuttajan kiviaines



Kuva 15: Päällysteen kestoiän riippuvuus liikennemäärästä. Vuosina 1970-1976 uusitut päällysteet, Ab 18

3.22 Uusi kulutuskerros tasaamattomalle alustalle

Jos tasaustarve on vähäinen, voidaan erillinen tasauskerros jättää teke-
mättä. Tällöinkin on pahimmat epätasaisuuskohdat ensin tasattava. Uuden
kerroksen paksuuden tulee joka kohdassa täyttää tietty minimivaatimus, min-
kä lisäksi keskimääräiselle massamenekille työvuoron aikana tulee olla tiet-
ty ohjearvo.

Vanhan päällysteen epätasaisuudet heijastuvat uuteen päällysteeseen, jos-
kin paljon pienempinä. Uuteen kerrokseen jäävä raideura on syvyydeltään
noin 20 % alustana olevan vanhan päällysteen uransyvydestä, joten uuden
kulutuskerroksen kestoikä on vastaavasti hieman lyhyempi kuin edellistä
menetelmää käytettäessä edellyttäen, että uusiminen aikanaan suoritetaan
suuren uransyvyyden vuoksi. Useimmiten vanhassa päällysteessä on tai tuli-
si olla uusittaessa niin syvät urat, että tasausmassaa joudutaan ainakin
paikoittain käyttämään.

Vaikka asfalttibetoni onkin kalliimpaa kuin tasausmassa, on esimerkiksi
 $Ab\ 120\ kg/m^2$ ja $Ab\ 100\ kg/m^2$ neliöhintojen erotus suunnilleen yhtä suuri
kuin $Tas\ 20\ kg/m^2$ neliöhinta. Näin ollen ei näillä kahdella menetelmällä
ole mainittavaa hintaeroa.

Menetelmän etuina ovat lyhyempi rakennusaika ja siitä johtuen pienemmät
valvontakustannukset. Poikkisuuntaisen tasaisuuden lisäksi myös pituus-
suuntainen tasaisuus jää heikommaksi kuin erillistä tasauskerrosta käytet-
täessä. Yksittäiset ohuiksi jääneet kohdat voivat kulua nopeastikin puhki.

3.23 Massapintausta

Edellinen menetelmä ja massapintausta eroavat teknillisesti toisistaan si-
ten, että massapintausta käytetään yleensä hienorakeista massaa, enim-
mäkseen $Ab\ 12$, ja vastaavasti ohutta kerrospaksuutta. Ohuimmissa kohdis-
sa eli yleensä raideurien välissä tulisi kerrospaksuuden olla vähintään
1,5 kertaa maksimi raekoko. Tällöin on tiivistystulos jo melko huono. Rai-
deurien välissä on kuitenkin myös kulutusrasitus vähäisintä, joten näin-
kin ohut kerrospaksuus voi vielä olla edullinen joissakin tapauksissa.

Urakoinnin kannalta eroaa massapintausta edellisestä menetelmästä siinä, et-
tä massapintausta tehdään ilman minimipaksuusvaatimusta joko tonnihinnalla
tai neliömetrihinnalla siten, että sovittu massamenekki (kg/m^2) saavute-
taan keskimäärin esimerkiksi työvuoron aikana.

Tärypalkilla varustetussa levittimessä voi olla raideurien kohdalla lisätaitteet. Niillä saadaan raideurien kohdalle riittävästi massaa, jotta pinta on tiivistyksen jälkeen poikkisuunnassa tasainen. Lisätaitteilla on mahdollista tehdä massapinta myös siten profiloituna, että raideuran kohdat ovat vielä tiivistyksen jälkeenkin koholla 2-5 mm. Profiloitun massapintauksen taloudellisuutta heikentää se, että pieni kerrospaksuus reunoilla pakottaa käyttämään verrattain hienorakeista, huonosti kulutusta kestävä massaa. Ajolinjojen siirtyminen kaistan toista reunaa kohti esimerkiksi kaarteissa vaikeuttaa palkin taitteiden käyttöä. Levitintä, jossa on taitteilla varustettu perä, voidaan käyttää myös edellisen menetelmän yhteydessä.

Massapintauksen etuja ovat ohuesta kerrospaksuudesta johtuen alhainen hinta, mahdollisuus korjata vain pahimmin vaurioituneet kohdat sekä nopea ja yksinkertainen työn suoritus. Huonoja puolia ovat vähäinen kulutuskestävyys, raideurien heijastuminen uuteen pintaan ja kantavuuden lisäyksen vähäisyys.

Massapintaustöiden taloudellisuutta voidaan merkittävästi parantaa kerrospaksuuden perusteellisella ennakkosuunnittelulla. Suunnittelussa on pyrittävä mahdollisimman pieneen massankulutukseen tasaisuus- ja tiiveysvaatimusten puitteissa. Tämän vuoksi on kerrospaksuus tien reunoilla ja keskellä suunniteltava ja merkittävä reunapaalutukseen esim. 20 m:n välein. Verkkohalkeamakohtissa on harkittava onko kerrospaksuuden lisääminen tarpeen. Mahdolliset hyväkuntoiset osuudet jätetään kokonaan ilman massapintausta.

Massapintauksen kestoikää uudelleen päällystämiseen (Tas + Ab) verrattuna voidaan arvioida taulukon 1 ja kuvien 5, 7, 8 ja 15 avulla. Lisäksi on otettava huomioon uuden pinnan valmiiden raideurien tai mahdollisen profiloinnin vaikutus kestoikään. Jos kohdassa 3.11 esitetyssä esimerkkitapauksessa käytettäisiin Ab 12 massapintausta, olisi kulumisnopeus kuvien 5 ja 7 mukaan $\frac{2,1}{1,15} \cdot 2,5 = 4,4$ mm vuodessa. Jos uudessa massapintauksessa on valmiina jo 4 mm:n raideurat, saavutetaan 23 mm:n uransyvyys 4 vuodessa.

Alustava hinta-arvio suhteessa uudelleenpäällystämiseen saadaan kuvan 14 perusteella.

3.24 Kuumennuspinta

Massapinta voidaan tehdä myös kuumennetulle alustalle eli kuumennuspintuksena, jolloin vanha päällyste kuumennetaan $+100 - 120^{\circ}\text{C}$:een pintaosaltaan välittömästi ennen uuden massan levitystä. Kun suuret rakeet uppoavat pehmenneeseen alustaan, voidaan käyttää kerrospaksuuteen nähden ylisuurta maksimi raekokoa. Massa levitetään kaistan reunoilla nollauksena. Raideuran syvyyden tulisi olla vähintään 2,0 - 2,5 cm. Maksimi raekoko voi tällöin olla 16 mm. Massamenekki 20 - 30 mm:n uransyvyydellä on tällöin $35 - 50 \text{ kg/m}^2$ laskettuna levitysleveyden pinta-alaa kohti (3,2 m). Kun massaa joudutaan lyhyin väliajoin lisäämään levittäjän suppiloon, jää työsaavutus varsin pieneksi, n. 30 t/h. Tämän vuoksi on menetelmän käyttö kannattavinta silloin, kun samalta koneasemalta ajetaan massaa myös muihin kohteisiin, jolloin koneaseman kapasiteetti voidaan käyttää paremmin hyväksi. Kuumennuspinta on syytä tehdä lisätaitteilla varustetulla tärypalkkilevittimellä.

Kuumennuspintauksen etuja ovat pieni massamenekki ja verrattain suuri maksimi raekoko, hyvä tiivistyminen ja liittyminen vanhaan päällysteeseen. Huonoja puolia ovat hitaus, koneaseman pieni käyttöaste sekä pieni kantavuuden lisääntyminen.

Uuden pinnan kestoikä normaaliin uudelleen päällystämiseen (Tas + Ab) verrattuna saadaan maksimi raekoon perusteella ottamalla lisäksi huomioon vanhan päällysteen urien heijastuminen uuteen pintaukseen tai profiloimalla aikaansaadut korotukset urien kohdalla. Jos kuluminen ei ole uusimisen kannalta määräävä tekijä, voidaan kuumennuspinta katsoa 10 - 30 % lyhytikäisemmäksi kuin normaalisti uusittu päällyste, koska kerrospaksuus ei kasva.

Kuumennuspintauksesta ei ole saatavana hintatietoja suurista kohteista. Kuumennuksen hinta lienee suurissa kohteissa $1,50 \text{ mk/m}^2$. Massapinta lienee pienestä työnopeudesta johtuen lisäksi $1 - 2 \text{ mk/m}^2$ tavanomaista kalliimpaa. Kustannusvertailuja tehtäessä on laskelmissa otettava huomioon, että kuumennuspintausta ei tehdä koko kaistalle, vaan maksimi työleveys on 3,2 m ja että liimausta ei tarvita.

3.25 Jyrsintämenetelmät

Jyrsinnän tarkoituksena on muodostaa vanhaan päällysteeseen laatikkomainen syvennys, johon uusi päällystekerros voidaan levittää ilman saumausvaikeuksia. Jyrsintä voidaan tehdä joko kylmäjyrsintänä tai siten, että vanha päällyste kuumennetaan ennen jyrsintää. Kuumajyrsintä on halvempi mutta usein

hitaampi menetelmä kuin kylmäjyrsintä. Kylmäjyrsintä pölyää enemmän kuin kuumajyrsintä. Terien kuluminen ja jyrsintäkustannukset riippuvat kylmäjyrsintää käytettäessä voimakkaasti ilman lämpötilasta.

Käytettävän massan maksimi raekokoa ja kerrospaksuutta rajoittaa jyrsintäsyvyys. Yleisimmin jyrsintäsyvyys on ollut 3 cm, jolloin on uuteen päällysteeseen käytetty Ab 16 massaa tai valuasfalttia ja 12-18 mm karkeutusta. Jyrsintäsyvyyden lisääminen 4 tai 5 cm:iin, jolloin voitaisiin käyttää Ab 20 tai Ab 25 massaa, lisää poistettavan materiaalin määrää jyrkästi, koska jyrsintä kohdistuu tällöin myös uran pohjien kohdalle. Samalla myös jyrsinnän neliöhinta nousee. Kelvollisen, kantavuutta lisäävän materiaalin runsas poistaminen väkinäisin keinoin tekee jyrsintämenetelmän periaatteessa epätaloudelliseksi varsinkin, jos jyrsintäjätteelle löytyy vain toisarvoista käyttöä.

Jyrsintä on erityisen käyttökelpoinen menetelmä silloin, kun kerrospaksuutta ei voida lisätä, kuten silloilla ja päällysteen liittyessä reunakiviin sekä päällystettäessä nelikaistaisesta tiestä vain kaksi eniten kulunutta kasittaa. Jyrsintämenetelmät eivät sovellu päällysteille, joihin kuuluu vain yksi sidottu kerros.

Jyrsintämenetelmää käyttäen tehdyn pintauksen kestoikä tavalliseen uudelleenpäällystämiseen verrattuna arvioidaan maksimi raekoon perusteella. Jos kuluminen ei ole uusimisen kannalta määräävä tekijä, voidaan kestoiän arvioida olevan 10-30 % lyhyemmän kuin tavanomaisen uudelleenpäällystämisen kyseessä ollen (Tas + Ab).

Jyrsinnän urakkahinta on pienissä kohteissa (sillat, risteykset yms.) yli 10 mk/m². Suurissa kohteissa on kylmäjyrsintä (3 cm) maksanut 5-6 mk/m² ja kuumajyrsintä 1 mk/m² vähemmän kuin kylmäjyrsintä. Urakkahintaa laskettaessa katsotaan jyrsintäleveydeksi koko telan leveys. Työsaavutus on noin 1 200 m²/työvuoro.

3.26 Cutler -menetelmä

Cutler -menetelmään kuuluu monitoimikone, joka kuumentaa, repii ja tasaa vanhan päällysteen pinnan sekä lisää uutta massaa ja esitiivistää sen tärypalkilla. Etuina ovat vanhan päällystemassan täydellinen hyväksi käyttäminen, hyvä liittyminen vanhaan päällysteeseen sekä päällysteen pinnan korotukselta välttyminen. Lisättävän massan maksimi raekoko voi uusimmilla koneilla olla 25 mm. Uusi pinta voidaan tehdä profiloituna. Haittapuolena

ovat koneen korkea hinta, suuri koko ja monimutkainen rakenne. Vanhat valuasfalttipaikkaukset häiritsevät koneen toimintaa. Työsaavutus on 4 000 - 6 000 m²/työvuoro.

Jos kuluminen tulee olemaan määräävä tekijä, arvioidaan päällysteen kestoikä maksimi raekoon perusteella lisätaitteilla aikaansaadut korotukset huomioon ottaen. Lisäksi on otettava huomioon, että massamäärä voi olla huomattavasti pienempi kuin tehtäessä samalla maksimi raekoolla tavanomainen uusiminen, eli esim. Ab 25 voidaan levittää keskimäärin 60 kg/m². Ellei kuluminen tule olemaan määräävä tekijä, voidaan kestoikä olettaa 10 - 20 % lyhyemmäksi kuin tavanomaisen päällystämisen kyseessä ollen.

Urakkahinta suurissa kohteissa lienee ainakin 7 mk/m² kalliimpi kuin sama massanlisäys (kg/m²) tavallisena massapintauksena. Kustannuslaskelmissa on otettava lisäksi huomioon säästö siitä, että massaa ei levitetä koko ajokaistan leveydelle.

3.27 Urapaikkaus valuasfaltilla

Uudelleenpäällystämisen tai pintauksen sijasta voidaan raideurat täyttää valuasfaltilla, jolloin levitystyö tehdään urapaikkauslaahaimella. Laahaimen poikkipalkin ja jalasten alareunojen tulee olla samalla tasolla niin, että levityskaista liittyy vanhaan päällysteeseen ilman kynnystä.

Massamaneikki riippuu kulumisuran syvyydestä ja muodosta sekä laahaimen leveydestä. Jos laahaimen levitysleveys on puolet uran leveydestä (harjanteelta harjanteelle), on kerrospaksuus uran syvimmällä kohdalla yleensä myös noin puolet uran syvyydestä. Massamaneikki on tällöin kuitenkin vain noin kolmannes siitä massamäärästä, joka tarvittaisiin uran täyttämiseksi kokonaan.

Massamäärä, joka tarvittaisiin uran täyttämiseksi kokonaan, lasketaan olettamalla uran keskimääräiseksi syvyydeksi puolet maksimi syvyydestä ja uran leveydeksi harjanteiden huippukohtien väli.

Jos esimerkiksi uran leveys on 160 cm ja syvyys 25 mm, saadaan 80 cm leveällä urapaikkauksella uran syvyys vähennettyä puoleen ja massamaneikki on tällöin 16 kg uran juoksumetriä kohti. Jos ajolinjat ovat hyvin keskittyneitä eli raideurat ovat kapeita, saadaan samalla massamäärällä suurempi osa uran syvyydestä täytettyä. Matalien urien korjaamiseksi on käytettävä hienorakeista massaa.

Urapaikkaus valuasfaltilla on edullinen väliaikaisratkaisu raideurien syvyyden pienentämiseksi. Työnopeus on suuri, urapaikkaus on ulkonäöltään siisti ja ajomukavuudeltaan hyvä. Karkeutuksestakin huolimatta on kuitenkin kuluneen urapaikkauksen kitka pienempi kuin vanhalla päällysteellä. Urapaikkaus tulisi rajoittaa kohteisiin, joissa on verrattain alhainen nopeusrajoitus.

Suurten työkohteiden nopea korjaus vaatii myös suuren määrän valuasfalttimassan valmistus- ja kuljetuskalustoa. Jos valuasfalttia on saatavana jatkuvasti, on työnopeus 500 jm tunnissa.

Koska käytettävän valuasfalttimassan ja sirotteen maksimi raekoko on yleensä 10 mm luokkaa, on urapaikkauksen kulumisnopeus noin kaksinkertainen verrattuna asfalttibetoniin Ab 20. Kestoikää arvioitaessa on liikennemäärän ym. lisäksi otettava huomioon myös urapaikkauksen paksuus uran pohjalla. Yleensä kestoikä on 2 - 4 vuotta.

Urapaikkauksen kustannuksiksi voidaan arvioida 300 mk/t tielle levitettynä. Jos massamenekki on keskimäärin 15 kg/jm, ovat korjauskustannukset keskimäärin 18 000 mk/tiekilometri, eli 7 m leveällä päällysteellä 2,60 mk/m².

3.28 Sirotepinta

Sirotepinta poikkeaa edellä mainituista menetelmistä siinä, että sillä ei yksinään kyetä korjaamaan merkittävimpiä päällystevaurioita, vaan varsinainen korjaustyö tehdään ensin ohuella massapintaauksella tai tasauseroksella. Sirotepintauksen tehtävänä on parantaa näin korjatun pinnan ominaisuuksia. Alustan tasalaatuisuuden varmistamiseksi on tasauseros yleensä tarpeen levittää koko käsiteltävälle pinnalle. Tasaus olisi tehtävä mieluummin vuotta ennen sirotepintauksen tekoa.

Sirotepintauksen etuja ovat verrattain hyvä kulutuskestävyys, erinomaiset kitkaominaisuudet myös sateella sekä vaalea väri (käytettäessä vaaleaa kiviainesta). Haittoja ovat huomattava epäonnistumisriski, tavallista vaikeampi kiviaineksen hankinta, korkea melutaso ja runsas renkaiden kuluminen. Epäonnistuneesta sirotepintauksesta irtoaa kiviä, minkä lisäksi paljastuvat kohdat ovat sileitä ja liukkaita.

Liukkaasti liikennöidyillä teillä sirotekivet vähitellen kuluvat tai uppoavat alustaansa, jolloin sirotepinta alkaa lähestyä ominaisuuksiltaan

karkeaksi kulunutta asfalttibetonia. Kohtia, joissa on purkautumia tai side-
aineen pintaannousua, voidaan korjata uudella käsittelyllä.

Sirotepintauksen kestävyydestä Suomen oloissa ei ole vielä ehditty saada
kokemuksia. Ruotsin kokemusten perusteella voidaan kestoikä (16 - 20 mm)
olettaa 30 - 50 % lyhyemmäksi kuin normaalin uudelleenpäällystämisen kysees-
sä ollen. Vähäliikenteisillä teillä (alle 500 autoa/vrk) voidaan kestoiän
arvioida olevan saman kuin alustana olevan tasauksen ilman sirotepintauksia.
Vilkkaille teille (yli 3000 autoa/vrk) ei sirotepintauksia suositella lain-
kaan.

Sirotepintauksen kustannukset suurissa kohteissa ovat $2,50 \text{ mk/m}^2$ ilman ki-
viainesta. Alustan kauttaaltaan tasaus edellyttää lisäksi Ab 12 50 kg/m^2 ,
joka liimaus mukaan lukien maksaa yli 5 mk/m^2 , joten kokonaisurakkahinta
on noin $7,50 \text{ mk/m}^2$ ja pienissä kohteissa noin 9 mk/m^2 koko käsiteltävälle
leveydelle laskien. Jos asfalttibetonin sijasta käytetään tasausmassaa,
ovat kustannukset yli 1 mk/m^2 pienemmät.

3.3 Valintaperusteet

3.31 Vertailulaskelmat

Laajoja korjaustoimia vaativia päällystevaurioita ovat meillä yleensä kulu-
mavauriot ja verkkohalkeamat. Kulumavaurioiden korjaamiseksi on olemassa
useita menetelmiä. Edullisimman korjaustavan löytämiseksi on tarpeen tehdä
vertailulaskelmia. Ne joudutaan usein perustamaan epävarmoihin lähtöoletta-
muksiin. Pienet erot lopullisissa vertailukustannuksissa eri korkaustapojen
kesken ovat siten merkityksettömiä. Toisaalta on tärkeä tieto sekin, että
kahden menetelmän kesken ei voida osoittaa merkitsevää eroa edullisuuden
suhteen, sillä valinta voidaan tällöin tehdä vapaammin muiden asiaan vai-
kuttavien tekijöiden perusteella.

Vertailulaskelmat voidaan tehdä esimerkiksi annuiteettimenetelmällä, jol-
loin korjaustavan vuosikustannukset (poisto + 7,5 % korko) saadaan kerto-
malla korjauskustannukset taulukosta 3 kestoiän kohdalla saatavalla annui-
teettitekijällä. Urakkahinnan lisäksi tulee korjauskustannuksiin sisällyt-
tää myös kiviaines-, valvonta- yms. kustannukset, jos ne eri menetelmissä
poikkeavat toisistaan. Annuiteettikertoimen avulla laskettuihin vuosikus-
tannuksiin lisätään vielä korjatun päällysteen vuotuiset kunnossapitokus-
tannukset, jos niiden suhteen arvioidaan eri menetelmien kesken olevan
merkitseviä eroja.

| Kuoletus- aika | Annuiteetti- tekijä | Kuoletus aika | Annuiteetti- tekijä |
|-------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| 1 | 1,075 | 11 | 0,136 |
| 2 | 0,552 | 12 | 0,130 |
| 3 | 0,384 | 13 | 0,123 |
| 4 | 0,299 | 14 | 0,117 |
| 5 | 0,247 | 15 | 0,113 |
| 6 | 0,213 | 16 | 0,110 |
| 7 | 0,189 | 17 | 0,106 |
| 8 | 0,171 | 18 | 0,103 |
| 9 | 0,156 | 19 | 0,100 |
| 10 | 0,145 | 20 | 0,098 |

Taulukko 3: Annuiteettitekijä 7,5 % korolla (kertomalla investointi-kustannukset annuiteettitekijällä saadaan vakiosuuruinen vuosikustannus, joka sisältää muuttuvassa määrin poistoa ja korkoa)

Taulukossa 4 on esitetty esimerkinomaisesti kannattavuuslaskelmien tulokset kaikkien edellä esitettyjen korjaustapojen osalta kolmessa tapauksessa. Korjauksen syy on liian syvät raideurat: 25 mm. Muuten on tasaustarve ja kantavuuden parantamistarve vähäinen. Urien leveyden oletetaan olevan suhteessa tien leveyteen. Urakkahinnat ja vuosikustannukset on laskettu päällysteen koko leveydelle. Jotta verrattain pienten kestävyyserojen keskinäisen suhde saadaan oikeaksi, voidaan kestoikäarvioissa käyttää yhtä desimaalia. Taulukossa 4 esitetyt tulokset eivät ole yleispäteviä, vaan laskelmat olisi tehtävä kussakin yksityistapauksessa erikseen. Tällöin voidaan paremmin suunnitella kunkin korjaustavan massankäyttö ja arvioida vastaava yksikköhinta sekä rakeisuuskäyrän, mahdollisen profiloinnin ja tien kantavuuden yms. seikkojen vaikutus kestoikänsä. Lisäksi voidaan muodostaa enemmän erilaisia vaihtoehtoja ja niiden yhdistelmiä (esim. huonokuntoisimpien kohtien massapintausta nyt ja kolmen vuoden kuluttua Tas + Ab koko pituudelle).

Taulukon 4 perusteella ovat vuosikustannusten erot eri korjausmenetelmien kesken verrattain vähäiset. Kuitenkin näyttää suurilla liikennemäärillä olevan kannattavampaa valita suuri maksimi raekoko ja vastaavasti paksu kulu- tuskerros (Ab 25/120), kun taas pienillä liikennemäärillä on edullista käyttää ohutta massapintausta, jos tien kantavuus on riittävä. Maksimi raekoon ja kulutuskerroksen paksuuden vaikutusta vuosikustannuksiin voidaan laskennallisesti tarkastella seuraavasti.

| | 1. KVL = 1 500 Leveys 6,5 m | | | 2. KVL = 3 000 Leveys 7,5 m | | | 3. KVL = 6 000 Leveys 9,0 m | | |
|--|-----------------------------------|------|----------------------|-----------------------------------|------|----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------|
| | mk/m ² | v | mk/m ² /v | mk/m ² | v | mk/m ² /v | mk/m ² | v | mk/m ² /v |
| 1. Tas 20 kg + Ab 20/100 | 10,00 | 12,0 | 1,29 | 10,00 | 11,0 | 1,37 | 10,00 | 7,0 | 1,89 |
| 2. Tas 20 kg + Ab 25/120 | 11,50 | 12,5 | 1,45 | 11,50 | 11,5 | 1,53 | 11,50 | 9,3 | 1,76 |
| 3. Ab 20/120 keskim. | 10,00 | 12,0 | 1,29 | 10,00 | 11,0 | 1,37 | 10,00 | 6,5 | 2,00 |
| 4. Mp 12/60 | 5,90 | 6,0 | 1,26 | 5,90 | 5,0 | 1,46 | 5,90 | 3,0 | 2,27 |
| 5. Mp 12/80 | 7,30 | 8,0 | 1,25 | 7,30 | 6,0 | 1,56 | 7,30 | 3,3 | 2,58 |
| 6. Kuumennus + Mp 16 50 kg/m ² (2 x 3,2 m:lle) | 7,50 | 8,0 | 1,28 | 6,40 | 6,0 | 1,36 | 5,30 | 3,8 | 1,65 |
| 7. Jyrsintä + Ab 20/100 70 %:lle leveydestä | 9,00 | 9,0 | 1,41 | 9,00 | 8,0 | 1,54 | 9,00 | 6,0 | 1,92 |
| 8. Cutler Ab 20/50 70 %:lle leveydestä | 8,40 | 8,0 | 1,43 | 8,40 | 7,0 | 1,59 | 8,40 | 5,0 | 2,08 |
| 9. Urapaikkaus 13, 15, 18 kg/jm | 2,40 | 4,5 | 0,65 | 2,40 | 3,5 | 0,80 | 2,40 | 2,5 | 1,09 |
| 10. Tas 60 + Sip | 7,50 | 6,0 | 1,60 | 7,50 | 4,0 | 2,24 | 7,50 | 3,0 | 2,88 |

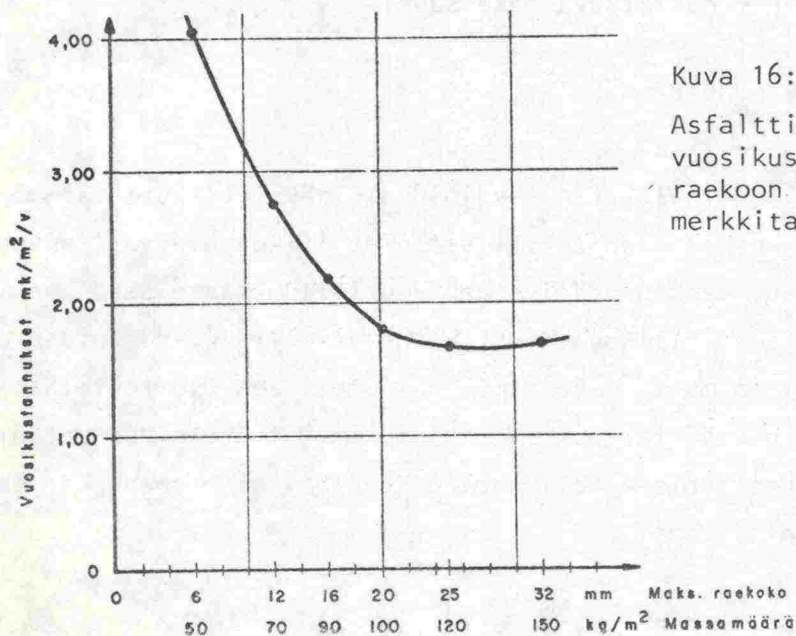
Taulukko 4: Päällystekorjausten urakkahinta, kestoikä ja vuosikustannukset eräissä esimerkitapauksissa.

Tien liikennemäärä on 4 000 autoa/vrk ja Ab 20/100 päällysteen oletetaan kestävän 8 vuotta. Taekoon oletetaan vaikuttavan kestoikään suoraan kulu-
tuskestävyyden suhteen kuvan 7 mukaisesti 15 vuoden kestoikään saakka.
Tasaus maksaa $2,50 \text{ mk/m}^2$ ja kulutuskerroksen neliöhinta saadaan kuvasta
14. Näillä perusteilla saadaan taulukko 5 eri vaihtoehtojen vuosikustan-
nuksista.

| Max. rae mm | $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ | $\frac{\text{mk}}{\text{m}^2}$ (ml. Tas) | Ikä v | Annui- teetti- kerroin | Vuosi- kust. $\text{mk/m}^2/\text{v}$ |
|-------------------|--------------------------------|---|----------|------------------------------|---|
| 6 | 50 | 7,30 | 2,0 | 0,55 | 4,02 |
| 12 | 70 | 8,60 | 3,8 | 0,32 | 2,75 |
| 16 | 90 | 9,90 | 5,8 | 0,22 | 2,18 |
| 20 | 100 | 10,60 | 8,0 | 0,17 | 1,80 |
| 25 | 120 | 12,00 | 10,5 | 0,140 | 1,68 |
| 32 | 150 | 14,00 | 13,5 | 0,120 | 1,68 |

Taulukko 5: Asfalttibetonikulutuskerroksen vuosikustannukset eri maksimi raekoon arvoilla.

Taulukon 5 osoittamat vuosikustannukset on esitetty myös kuvassa 16. Tulosten perusteella voidaan todeta, että suurella liikennemäärällä on edullisin maksimi raekoko 25 mm. Tämän päällystelajin lisäetuja ovat suuri kerrospaksuus (120 kg/m^2) ja pitkä uusimisväli. Vastaavasti voidaan osoittaa, että pienellä liikennemäärällä on edullisempaa käyttää pientä kerrospaksuutta ja vastaavasti hienorakeisempaa massaa edellyttäen, että kantavuus on riittävä. Lisäksi on huomattava, että teillä, joilla on alhainen nopeusrajoitus, on hyväksyttävä urasyvyys suurempi ja kulutuskestävyyden merkitys vastaavasti pienempi kuin teillä, joilla on korkea nopeusrajoitus.



Kuva 16:

Asfalttibetonikulutuskerroksen vuosikustannukset eri maksimi raekoon arvoilla eräässä esimerkkitapauksessa

Näillä perusteilla on laadittu yleisluontoinen taulukko 6 päällystelajin valitsemiseksi uudelleenpäällystysten ja massapintausten yhteydessä. Massamäärä taulukossa 6 tarkoittaa tasapaksun laatan massamäärää. Massapinta-uksissa siihen on näin ollen lisättävä tasauksen osuus kokonaismassamäärän saamiseksi. Jos kerrospaksuus valitaan taulukon osoittamaa määrää suuremmaksi, korotetaan myös maksimi raekokoa vastaavasti. Jos vain huonoimmille kohdille tehdään massapintausta muutamaksi vuodeksi ennen uudelleenpäällystämistä, käytetään sellaista maksimi raekokoa ja massamäärää, jotka ovat taulukon 6 ilmoittamaa pienempiä (esim. Ab 16/80:n asemesta Ab 12/60). Taulukkoa voidaan käyttää maksimi raekoon valintaan soveltuvassa määrin myös jyrsintämenetelmien, kuumennuspintausten ja Cutler -menetelmän yhteydessä.

| Muunnettu KVL autoa | Nopeusrajoitus km/h | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 50 tai 60 | 80 | 100 | 120 |
| alle 500 | Ab 12/60 | Ab 12/60 | Ab 12/60 | |
| 500 - 1500 | Ab 12/60 | Ab 16/80 | Ab 20/100 | |
| 1501 - 3000 | Ab 16/80 | Ab 20/100 | Ab 25/120 | |
| 3001 - 6000 | Ab 20/100 | Ab 25/20 | Ab 25 E/120 | Ab 25 E/120 |
| yli 6000 | Ab 25/120 | Ab 25 E/120 | Ab 25 E/120 | Ab 25 E/120 |

Taulukko 6: Päällystelajin valinta päällysteen uusimisen tai massapintausten yhteydessä. Massamäärä ei sisällä tasauksen osuutta. (Alue A = katkoviivan yläpuoli ja alue B = katkoviivan alapuoli, E = epäjatkuva rakeisuus)

3.32 Muut valintaperusteet

Taloudellisiin laskelmiin sisältyvien tekijöiden lisäksi vaikuttavat menetelmävalintaan mm. eri korjaustapojen väliset erot liikenneturvallisuuden ja ajomukavuuden suhteen, vanhan päällysteen vaurioitumisaste sekä kunkin korjaustavan toteuttamismahdollisuudet. Liikenneturvallisuuden suhteen on urapaikkaus valuasfaltilla muita menetelmiä heikompi. Jos työ teetetään urakalla, on edullista pyytää tarjoukset edullisimmaksi arvioidun ratkaisun ohella myös muista vaihtoehtoista tai kehottaa tarjoajia antamaan tarjouksensa myös omasta ratkaisustaan.

Tasausmassa ja uusi kulutuskerros

Perusratkaisu, jota käytetään erityisesti silloin, kun tiellä on kulumaurien lisäksi huomattavasti muita vaurioita, kuten epätasaisuutta, paikkauksia, verkkohalkeamia ja yksittäishalkeamia tai kun päällysteeseen kuuluu vain yksi sidottu kerros.

Uusi kulutuskerros tasaamattomalle alustalle

Käytetään kuten edellä mainittua tapaa mutta sellaisilla päällysteillä, joiden keskimääräinen uransyvyys on enintään 20 mm ja joiden pituussuuntainen tasaisuus on niin hyvä, että sekä tasaisuus- että massamäärävaatimukset voidaan saavuttaa ilman erillistä tasausta.

Massapinta

Käytetään uudelleenpäällystämisen sijasta verrattain vähän kuluvilla päällysteillä (alue A, taulukko 6), joilla ei ole kantavuuden parantamistarvetta eikä verkkohalkeamia. Vilkasliikenteisillä teillä (alue B pääosin) massapintausta käytetään huonokuntoisimpien osuuksien korjaamiseen ratkaisuna, jolla uudelleenpäällystämistä voidaan lykätä muutamalla vuodella.

Kuumennuspinta

Käytetään uudelleenpäällystämisen sijasta verrattain vilkasliikenteisillä teillä (alue B, taulukko 6), joilla ei ole raideurien lisäksi huomattavasti muita vaurioita ja joilla keskimääräinen uransyvyys on vähintään 20 mm. Lisäksi sitä käytetään erikoiskohteissa, joissa päällysteen pinnan korotusta halutaan välttää, kuten päällysteen liittyessä reunakiviin tai päällystettäessä vain eniten kuluneet kohdat nelikaistaisilla teillä.

Jyrsintämenetelmät

Käytetään kuten kuumennuspintausta, mutta uransyvyyden suhteen ei ole rajoitusta. Ei sovellu yksikerroksisten päällysteiden korjaukseen. Kuumennuspintausta on yleensä taloudellisempi kuin jyrsintämenetelmä.

Cutler -menetelmä

Käytetään kuten kuumennuspintausta, mutta uransyvyyden suhteen ei ole rajoitusta. Ei sovellu yksikerroksisten päällysteiden korjaukseen.

Urapaikkaus valuasfaltilla

Käytetään uudelleenpäällystämisen lykkäämiseen muutamalla vuodella teillä, joilla on syvät ja kapeat kulumisurat ja joiden nopeusrajoitus on enintään 80 km/h. Lisäksi voidaan käyttää korkaus- ja ennaltaehkäisytoimenpiteenä tapauksissa, jolloin raideuriin alkaa muodostua reikiä.

Sirotepinta

Käytetään uudelleenpäällystämisen sijasta teillä, joilla sirotepintauksen voidaan olettaa onnistuvan ilman, että alustaa tasataan kauttaaltaan. Liikennemäärän tulee yleensä olla alle 2500 autoa/vrk.

3.4 Kylmäsekoitteisten päällysteiden uusiminen ja korjaus

Bitumiliuossoran tyypillisiä vaurioita ovat alhaisesta bitumi- ja hieno-ainespitoisuudesta johtuva pinnan avonaisuus, verkkohalkeamat ja kulumat. Avonaisen pinnan korjaukseen on käytetty lietepintausta. Lietepintauksen käyttö on kuitenkin jäämässä pois, kun päällysteissä avonaisuuden lisäksi on yleensä muitakin vaurioita ja kun lietepintausta kuluu nastarengasliikenteen vuoksi nopeasti. Lietepintauksen kustannukset omana työnä vuonna 1975 olivat $1,50 \text{ mk/m}^2$.

Uusia bitumiliuossorapäällysteitä ei enää tehdä eikä vanhojen bitumiliuossorapäällysteiden korjauksessa ole myöskään syytä enää käyttää bitumiliuossoraa. Korjaustapoina tulevat näin ollen kysymykseen samat menetelmät kuin kestopäällysteiden kohdalla lukuun ottamatta jyrsintämenetelmää ja Cutler -menetelmää. Korjaustavan valinnassa voidaan siten käyttää kohtien 3.1 - 3.2 ohjeita soveltuvin osin.

Öljysoran korjauksessa käytetään yleensä karhintaa ja massanlisäystä. Vanhoilla öljysorapäällysteillä on verkkohalkeama yleinen vaurio. Tämä ei

useinkaan merkitse että alusta olisi liian heikko uudelle öljysoralle, vaan syynä on päällysteen kovettuminen ja haurastuminen. Lisättävä massamäärä on vanhan päällysteen epätasaisuudesta ja kuluneisuudesta riippuen 40 - 80 kg/m².

Jos tien liikennemäärä ylittää 1000 autoa/vrk ja sen kantavuus on riittävä, on syytä harkita vanhan öljysoran uudelleenpäällystämistä tai massapintausta asfalttibetonilla.

4. KIVIAINEKSEN VALINTA JA ASFALTIN SUHTEITUS

4.1 Yleistä

Päällystetyypin ja lajin sekä korjaustavan valintaa koskevien ohjeiden avulla määrätään alustavasti tiettyyn kohteeseen tuleva päällystystoimenpide. Valinnan tuloksena saadaan tiedot tarvittavan kiviaineksen määrästä, rakeisuudesta sekä muista kiviainesta koskevista vaatimuksista. Niitä käytetään hyväksi kiviaineksen hankinnassa. Kun on tiedossa käytettävän kiviaineksen laatu- ja määrätiedot, voidaan ryhtyä asfalttimassan suhteittamiseen, jolla tarkoitetaan sen ainesosien määrän ja laadun määräämistä.

Näissä ohjeissa käsitellään varsinaiseksi päällysteeksi tehtävän sekä paikkaukseen, pintaukseen ja tasaukseen käytettävän asfalttibetonin suhteitusta, öljysoran sekä paikkaukseen käytettävän valuasfaltin suhteitusta ja lisäksi sirotepintaukseen tarvittavien raaka-aineiden valintaa.

Suhteituksen tuloksena saadaan valmistettavan asfalttimassan ohjearvot kuten työssä noudatettava rakeisuuskäyrä, kiviaineksen seossuhteet, sideainelaji ja -pitoisuus, täytejauhepitoisuus ja tartukepitoisuus. Ensiksi määrätään rakeisuusohjekäyrä sekä täytejauhepitoisuus ja käyttäen apuna oheisiin taulukoihin merkittyjä ohjeellisia arvoja sideainelaji ja -pitoisuus sekä lisääinemäärät. Suositeltavan sideainelajin ohjearvot on merkitty taulukoihin suorakaiteella. Jos on kyse erikoistapauksesta, esim. erittäin epäjatkovakäyräisestä asfalttibetonista, ohjearvot on varmennettava laboratoriotutkimuksilla.

Alustavat ohjearvot on tarkistettava heti päällystystyön alkaessa massa- ja päällystenäytteistä saatavien laboratoriotulosten sekä valmiista päällysteestä tehtävien havaintojen avulla. Työselityksen mukaisesti varmistetaan ennen varsinaisen päällystystyön alkamista koesekoituksella ja tut-

kimalla massanäyte, että valmistettava massa on suhteitusohjeen mukaista. Tästä koemassasta tehtävästä päällysteestä on silmämääräisin havainnoin todettava, onko se ulkonäöltään tyydyttävää tai sellaista, että se edellyttäisi muutoksia suhteitusohjeisiin. Ensimmäiset päällysteestä otettavat poranäytteet on otettava ja lähetettävä VTT:n tutkittavaksi pikaisesti. Samalla on, jos päällysteessä arvellaan olevan virheitä, otettava ylimääräisiä poranäytteitä, jotka ajan säästämiseksi tutkitaan työmaalla tai piirin keskuslaboratoriossa. Tulosten perusteella selvitetään, onko suhteitusohjetta tarpeen tarkistaa.

Työn aikana voi ilmetä sellaisia seikkoja, jotka edellyttävät suhteituksen muuttamista. Näitä ovat esim. kiviaineksen rakeisuuden poikkeaminen otakutusta, korkeahko tyhjätila ja ulkonäkövirheet kuten sideaineen pintaanousu.

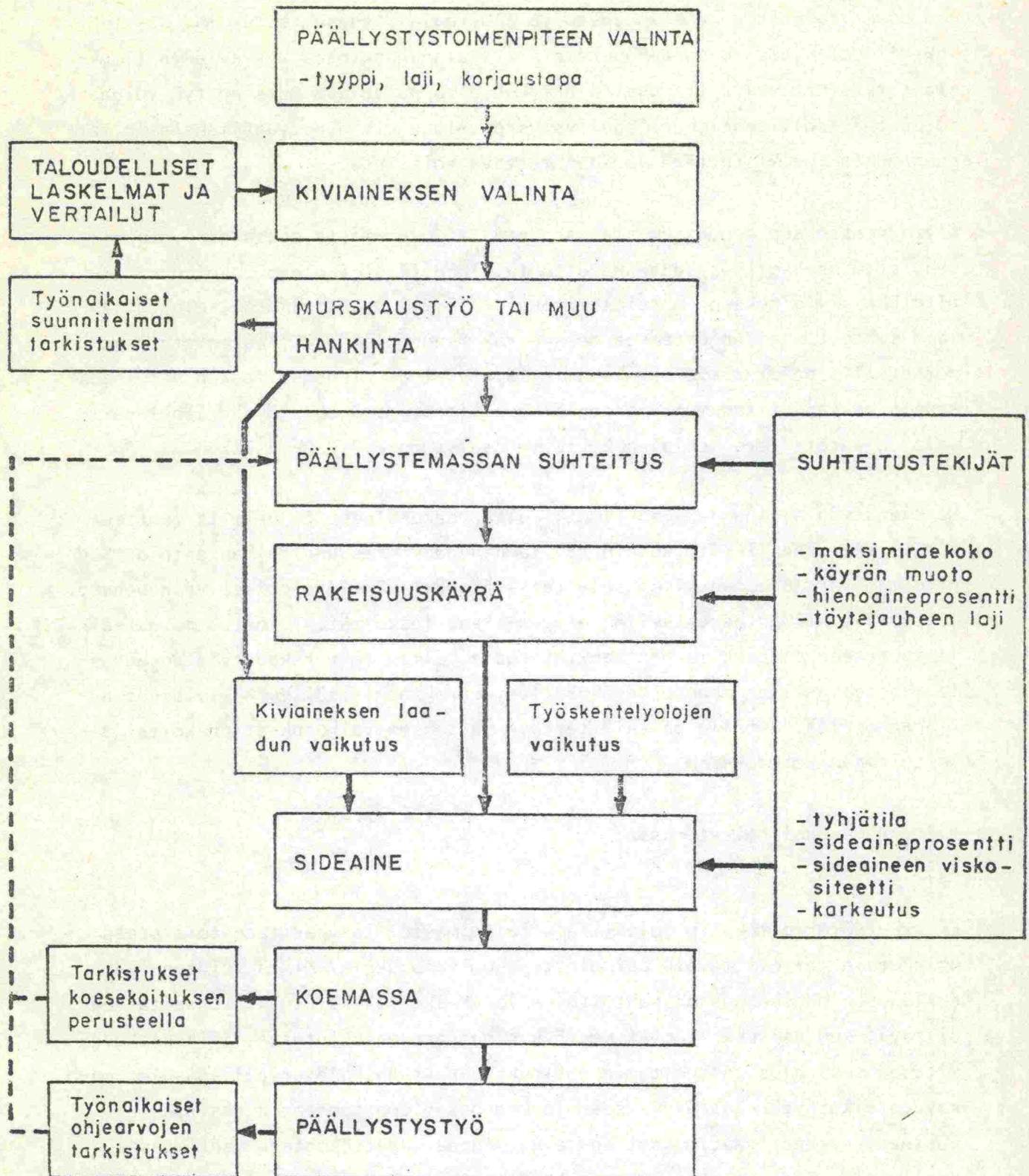
Suhteitusohjeella vaikutetaan siihen, millaiset ovat työn suorittajan edellytykset saada aikaan vaatimusten mukaista päällystettä. Työselityksen mukaisesti on urakalla teetettävissä töissä neuvoteltava asiasta urakoitsijan kanssa ennen suhteitusohjeen tai sitä koskevan muutoksen määrittämistä.

Kuvassa 17 on esitetty kiviaineksen valinta- ja päällystemassan suhteitusprosessi kaaviona. Seuraavssa tekstissä käsitellään kiviaineksen valintaa yleispiirteisesti ja painopiste on varsinaisessa päällystemassan suhteituksessa (kaavion alaosa).

4.2 Kiviaineksen valinta

Päällystystoimenpiteen valinnassa on samalla määrätty alustavasti ohjeellinen käytettävän kiviainesseoksen rakeisuuskäyrä ja lujuusluokka. Kiviaines voidaan hankkia sisällyttämällä sen toimitus päällystysurakkaan, joka edellyttää, että tarjouspyyntöön merkitään tarkat kiviainesta koskevat laatuvaatimukset ja toimitusehdot. Yleisimmin tarvittava kiviaines hankitaan etsimällä sopivat raakakiviainekset ja murskaamalla ne tarvittavilta osin omalla kalustolla tai urakalla.

Päällysteeseen tarvittava kiviaines voidaan monissa tapauksissa seostaa useista eri yhdistelmistä (kuvat 19 - 24). Hankinta tulee tehdä hinta ja laatu huomioon ottaen mahdollisimman edullisesti. Useimmiten on kannattavaa hankkia mahdollisimman runsaasti paikallisia luonnonkiviaineita ja käyttää murskaustuotteiden raaka-aineena soraa. Eri hankintavaihtoehtoista



Kuva 17: Kiviaineksen valinta ja päällystemassan suhteitus

on tarvittaessa tehtävä taloudelliset vertailut valmiin päällysteen hinta- ja kestävyysarvioihin perustuen. Vertailuja varten on tehtävä olettamuksia eri osakiviainesten rakeisuudesta ja alustavia massasuhteituksia. Jos tulokset edellyttävät, on alkuperäisiä kiviaineshankintaa koskevia vaatimuksia tarkistettava. Jotta useita eri kohteita palveleva murskaustyö voidaan toteuttaa edullisesti, eri päällystyskohteiden kiviainesvaatimuksia on tarpeen mukaan pelkistettävä ja sopeutettava toisiinsa.

Kiviainesseoksen muodostamista kahdesta tai useammasta osa-aineksesta siten, että seokselle saadaan haluttu tai lähellä sitä oleva rakeisuus, nimitetään kiviaineksen suhteittamiseksi. TIE-240 -menetelmässä selostetaan tätä suhteitusta. Annettaessa massan rakeisuusohjekäyrää laskentatulosten perusteella on otettava huomioon, että kiviaines hionenee massan valmistuksen ja massanäytteen tutkimusten aikana siten, että ohjekäyrän läpäisyarvoja on korotettava seulojen 2 - 12 mm osalta noin 2,0 %-yksikköä.

Murskaustyön aikana saattaa ilmetä, että raaka-aineet ja valmiit tuotteet eivät tule oleellisilta kohdin täyttämään hankintasuunnitelman ehtoja. Suunnitelman tarkistamiseksi on selvitettävä uudet käyttökelpoiset vaihtoehdot ja tehtävä niiden perusteella taloudelliset laskelmat. Tulosten perusteella muutetaan tarpeen mukaan hankintasuunnitelmaa ja murskaustyön toteutusta. Vastaavasti on meneteltävä päällystysurakkaan sisältyvän kiviaineshankinnan osalta. Samalla on selvitettävä muutoksen vaikutukset urakoitsijalle tulevaan korvaukseen.

4.3 Kuumasekoitteiset massat

4.31 Yleistä

Eri käyttötarkoituksiin tulevilta asfalttimassoilta vaaditaan toisistaan poikkeavia tai eri tavoin painotettuja ominaisuuksia. Niitä voidaan säädellä muun ohessa massan suhteituksella. Keskeisiä kulutuskerrokselta vaadittavia ominaisuuksia ovat kestävyys nastarengaskulutusta, liikennekuormitusta sekä alustan tuottamia rasituksia vastaan, ajoturvallisuus ja -mukavuusseikat sekä kestävyys sään ja kunnossapidon tuottamia rasituksia vastaan. Korkeat vaatimukset nostavat hintaa. Käyttökohteen vaatimukset, edellytetty laatutaso ja kustannukset on pyrittävä sopeuttamaan keskenään asianmukaisesti. Taulukkoon 7 on merkitty tärkeimpien suhteitustekijäin vaikutukset päällysteen ominaisuuksiin ja hintaan.

| Päällysteen ominaisuus Suhteitustekijät | Kulutus- kestävyys | Sääntö- tävyys | Marshall- lujuus | Kitka | Ajomuka- vuus | Kustannus |
|--|-----------------------|-------------------|---------------------|-------|------------------|-----------|
| Maksimi raekoko pieni → suuri | + | - | + | + | - | - |
| Käyrän muoto jatkuva → epäjatkuva | + | + | - | - | - | + |
| Hienoaineprosentti pieni → suuri | + | + | - | - | - | + |
| Tyhjätila pieni → suuri | - | - | + | + | + | - |
| Sideaineprosentti pieni → suuri | + | + | - | - | - | + |
| Sideaineen viskositeetti pieni → suuri | + | - | + | + | 0 | 0 |
| Täytejauheen laji kalkkikivi → syklonijauhe | - | - | - | 0 | 0 | - |

Taulukko 7: Suhteitustekijöiden vaikutus päällysteen ominaisuuksiin
(kasvaa = + vähenee = - ei muutu = 0)

Eri kiviainesseokset tarvitsevat rakeiden yhteispinta-alasta ja tiiviiksi sullotun kiviaineksen tyhjätilasta riippuen vaihtelevan määrän sideainetta. Seulaa 0,074 mm läpäisevä kiviaines sitoo sideainetta noin 10 kertaa niin paljon kuin saman painoinen määrä kiviainesta 0,074 - 4 mm ja noin 15 kertaa niin paljon kuin seulalle 4 mm jäävä kiviaines.

Kuumasekoitteisilla kulutuskerrosmassoilla kiviaineksen lujuus ja rakeisuus, erityisesti karkeiden rakeiden osuus, määräävät pääosalta sen tason, jolle kulutuskestävyys voi enintään nousta. Bitumilajin ja -pitoisuuden, rakeisuuskäyrän muodon sekä täytejauhepitoisuuden oikealla työkohtaisella valinnalla luodaan edellytykset saada päällyste sellaiseksi, että sen kes-

tävyystaso on korkea.

Esimerkkeinä sellaisista kulutuskestävyyttä huonontavista seikoista, joita voidaan korjata suhteitustarkistuksilla, ovat korkea tyhjätila ja päällysteen lajittuminen, jotka silti monesti ovat suhteituksesta riippumattomia työvirheitä. Lisäämällä sideainepitoisuutta 0,2 %-yksikköä alenee tyhjätila noin 0,3 %-yksikköä. Vastaavasti täytejauhemäärän lisäys 1,0 %-yksiköllä alentaa tyhjätilaa noin 0,4 %-yksikköä. Päällystemassan lajittumisalttiutta vähennetään korottamalla seulan 4 (2) mm läpäisevää määrää, yleensä vähintään 5 %-yksikköä.

4.32 Asfalttibetonimassat

Asfalttibetonimassoja käytetään varsinaisiin kulutuskerroksiin, pintauksiin, paikkauksiin ja myös tasaukseen. Massan käyttötarkoitus tulee ottaa huomioon suhteituksen valinnassa. Kuvien 19 - 22 taulukoihin on merkitty asfalttibetoneista Ab 12, Ab 16, Ab 20 ja Ab 25 tietoja päällysteelle asetetuista vaatimuksista, kiviainesseoksen muodostamisesta sekä ohjeelliset bitumipitoisuudet viidelle eri rakeisuuskäyrälle. Kiviainesseokset on suhteitettu kuvassa 18 esitettyjen kiviainesten keskiarvokäyrien perusteella. Taulukoita käytetään suhteituksessa hyväksi siten, että kiviaineksen työkohtaisesta suhteituksesta saatua rakeisuuskäyrää verrataan taulukon peruskäyriin ja valitaan interpoloimalla sideainepitoisuus ottaen huomioon edellä mainittu kiviaineksen hienousasteesta riippuva erilainen bitumitarve. Erityyppisillä käyrillä on täytejauhepitoisuus saatettava sellaiseksi, että käyrän läpäisyarvo seulan 0,074 mm kohdalla on ± 1 %-yksikön tarkkuudella sama kuin vastaavan tai vastaavien peruskäyrien.

Taulukoiden perusteella saatavaa suhteitusta on tarpeen tarkistaa eräillä kiviaineksesta ja muista tekijöistä riippuvilla seikoilla, sillä taulukot perustuvat kiviaineksen ja työskentelyolojen osalta eräisiin ns. normaaliarvoihin. Jos kohteessa on niihin verrattuna poikkeamia, saatua bitumipitoisuutta tulee tarkistaa taulukon 8 mukaisesti.

Jos useat muutostekijät vaikuttavat samansuuntaisesti, voi tarkistus muodostua ylisuureksi. Tarkistuksen enimmäistarve on yleensä 0,5 %-yksikköä.

| Muutostekijä | Lisäys %-yks. | Vähennys %-yks. |
|--|------------------|--------------------|
| Kiviaineksen tiheys < 2,60 kg/dm ³ > 2,80 - " - | 0,1 - 0,2 | 0,1 - 0,2 |
| Murskaantuneiden rakeiden määrä > 70 paino-% | 0,1 - 0,2 | |
| Kiviaineksen muotoarvo > 2,7/1,6 > 2,9/1,7 | 0,1 0,2 | |
| Kevät- ja syystyöt, lämpötila < +10°C | 0,1 - 0,2 | |
| Ohut kerros, paksuus < 1,6 x maksimi raekoko | 0,1 - 0,2 | |

Taulukko 8: Bitumipitoisuuden tarkistukset alustavassa suhteituksessa

Jos on kyse sellaisesta kiviaineksesta ja käyrätyypistä, josta ei ole varhempia kokemuksia, valittu massan suhteitus on tarpeen testata esimerkiksi Marshall -kokeella (TIE-402 ja TIE-417). Sideainepitoisuuden ohjearvoksi valitaan tämän kokeen perusteella yleensä tilavuuspainon maksimikohta. Tällöin tulee Marshall -lujuuden olla yli 3 500 N ja tyhjätilan alle 4 %. Jos tulokset poikkeavat näistä vaatimuksista, on tarpeen kiviainesten seossuhdetta ja rakeisuutta muuttamalla tai muilla keinoilla parantaa nämä ominaisuudet.

Kun koemassasta tehdystä päällysteestä todetaan, että sen pinta on tiivis ja että siinä esiintyy tasaisesti siellä täällä sileäköjä kiiltäviä kohtia, massan sideaine- ja täytejauhepitoisuus on yleensä valittu asianmukaisesti ja päällysteen tyhjätila on tyydyttävä. Jos päällysteessä kuitenkin todetaan virheitä, jotka eivät ole työvirheitä tai muita suhteitukselta riippumattomia seikkoja, suhteitusta on heti työn alussa tarkistettava.

Taulukkoon 9 on merkitty tavallisimmat tarkistusta edellyttävät virheet ja puutteet ja tarkistuksen määrää koskeva suositus.

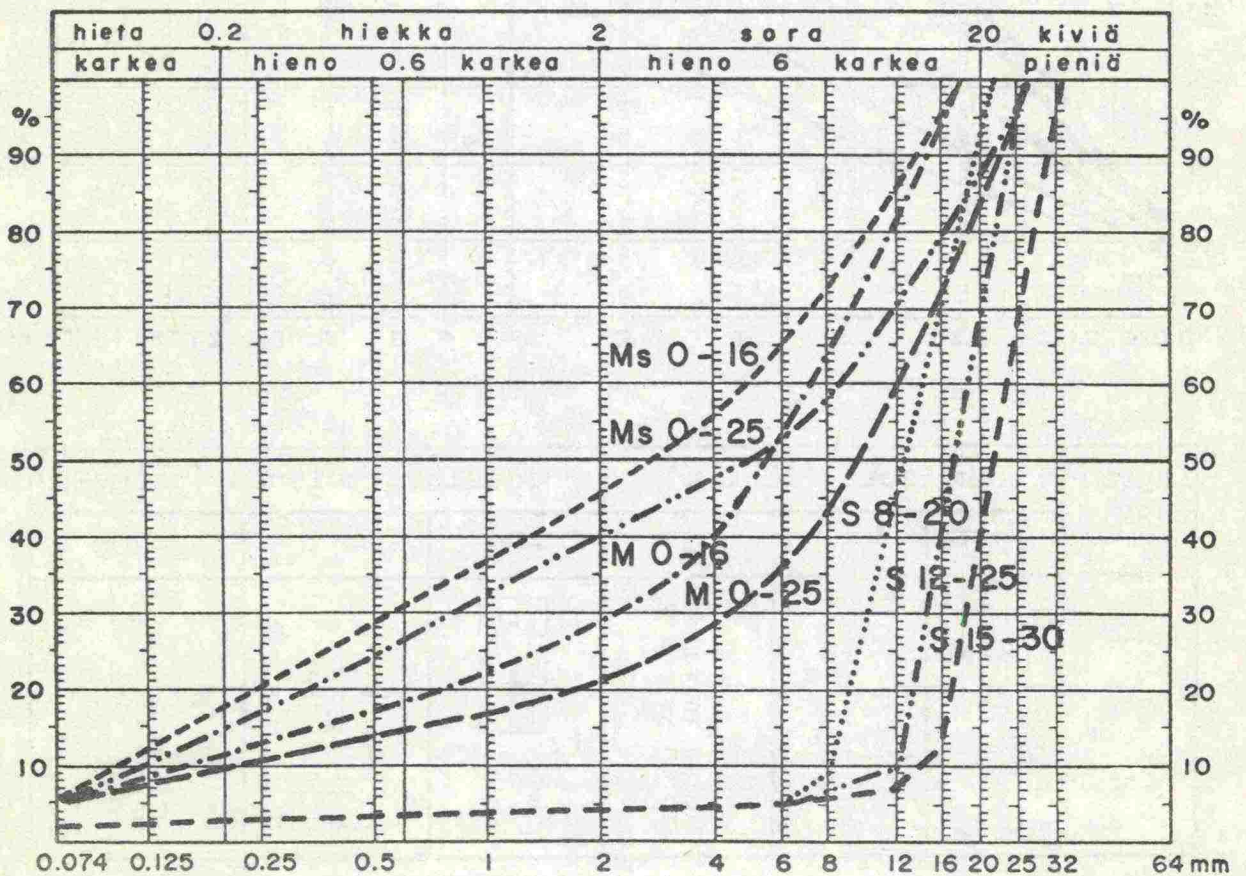
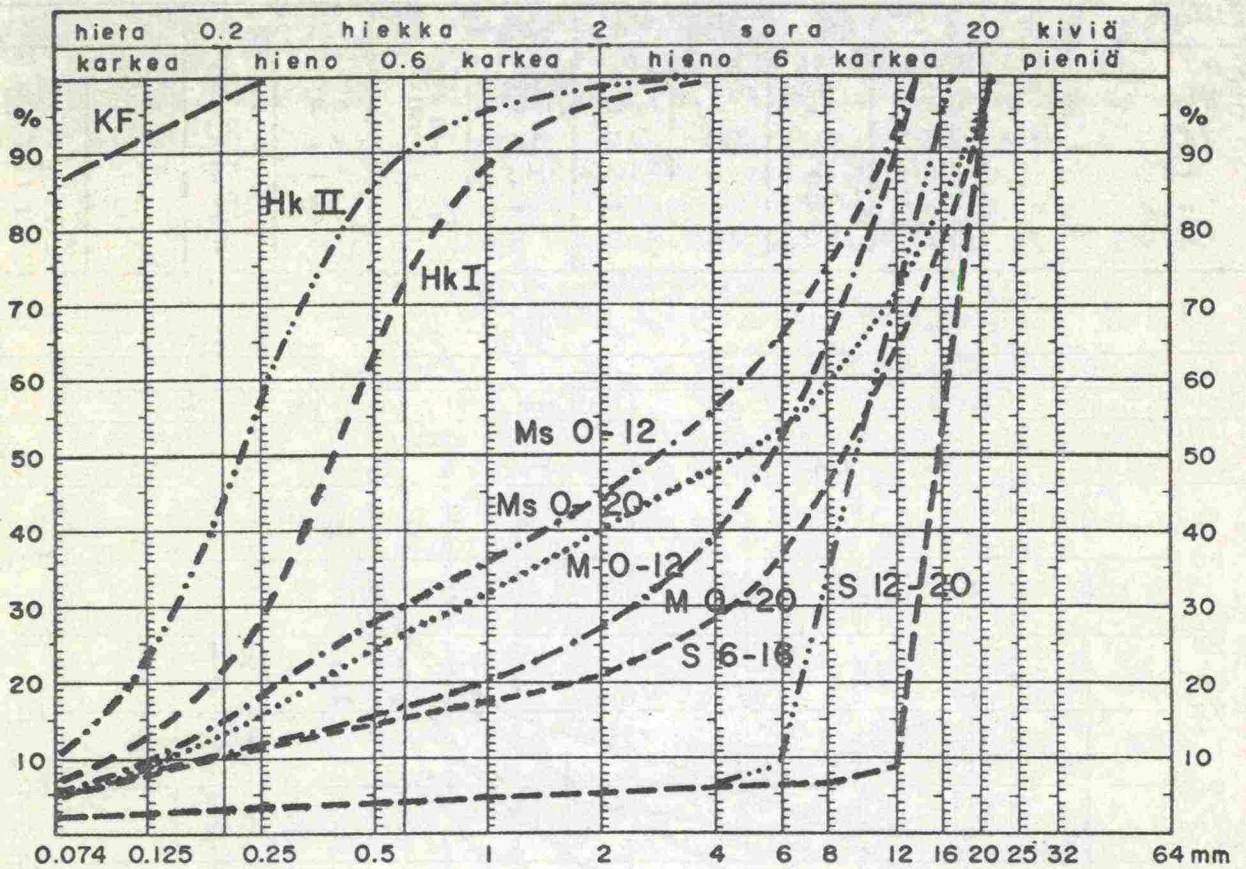
| Puute tai virhe | Tarkistus | | | |
|---|----------------------|------------------------|------------------------|---|
| | Bitumipit. %-yks. | Läpäisy-% ±0,074 mm | Läpäisy-% ±4 (2) mm | Huomautuksia |
| Korkea tyhjätila | +0,2 | +1,0 | | Arvioitu tyhjätilan muutos -0,7 %-yks. |
| Karkea, avoin pinta | (+0,3) | (+1,0) | +5,0 | |
| Lajittunut pinta | - | - | +5,0 | |
| Ruskea, eloton pinta | +0,4 | - | - | |
| Pinnassa hiushalkeamia | (+0,2) | (+1,0) | -5,0 | |
| Sileä, liukas pinta | -0,3 | -1,0 | - | |
| Bitumin pintaannousu | -0,4 | - | - | |
| Pinnassa pientä lyhyt- jaksoista epätasai- suutta | -0,2 | -1,0 | (-5,0) | |

Taulukko 9: Suhteituksen tarkistaminen päällysteessä todettavien puutteiden ja virheiden poistamiseksi

Taulukossa sulkuihin merkityt muutokset ovat toissijaisia tarkistuksia. Jos päällysteessä todetaan useita virheitä, joiden korjaamiseksi tehtävät tarkistukset muuttaisivat suhteitusta samaan suuntaan, voi tarkistustarve ylittyä ja syntyä uusia virheitä. Bitumipitoisuuden osalta on kerralla tehtävä enimmäistarkistus 0,5 %-yksikköä, seulan 0,074 läpäisyarvon 2,0 %-yksikköä ja seulan 4 (2) mm enintään 7,0 %-yksikköä.

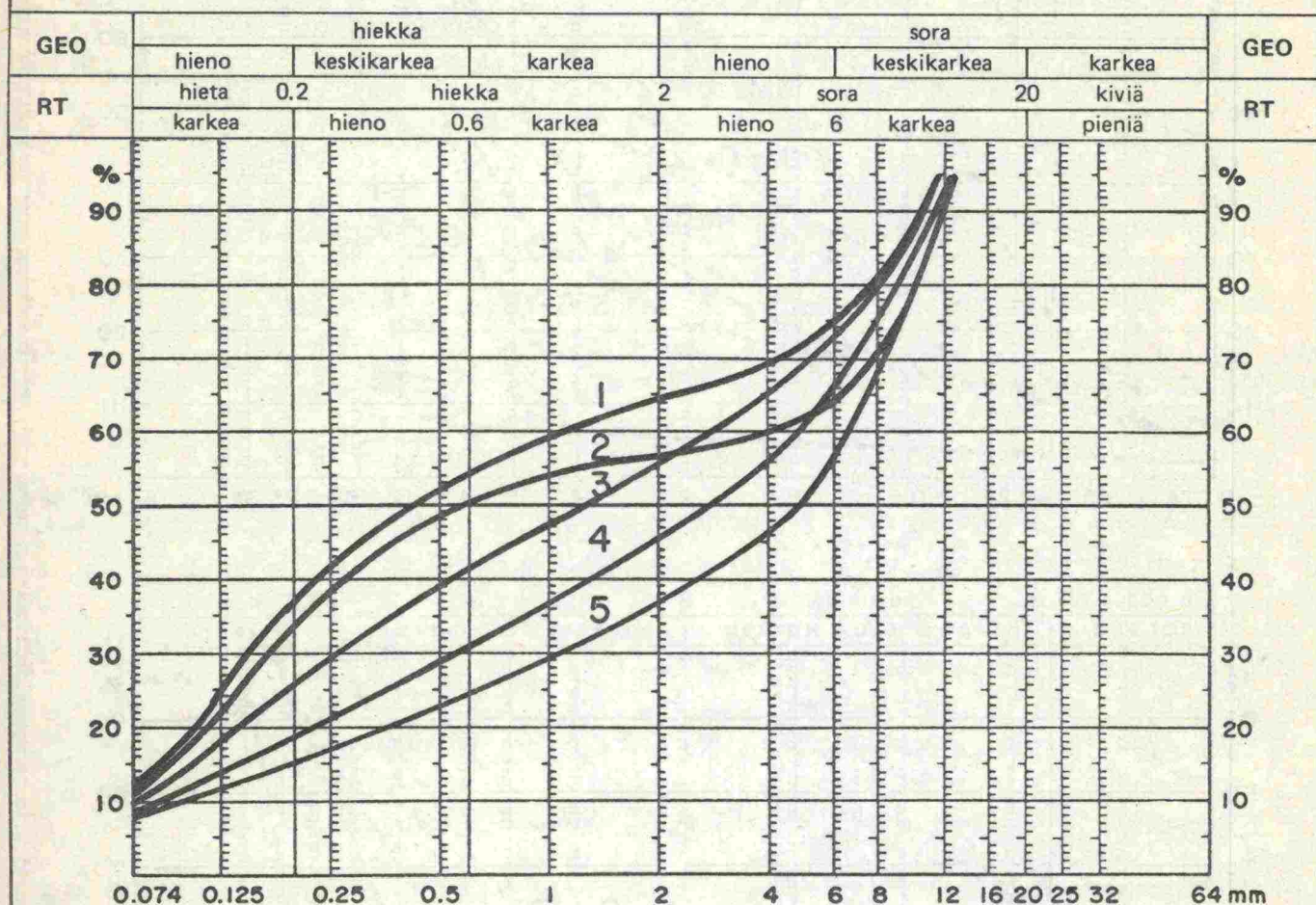
Jos virhe on pienehkö, sen korjaamiseen riittää suositeltua pienempikin tarkistus. Taas suositusta suurempia tarkistuksia on yksittäisestä virheestä vältettävä ja kokeiltava koesekoituksella tarkistuksen tuloksia. Samalla on työtapamuutoksilla pyrittävä virheen osittaiseen poistamiseen. Elleivät nämä toimet johda tulokseen, on tarpeen kokeilla uutta tarkistusta tai tehdä perusteellisempi asiaa koskeva selvitys.

Kuva 18: Kiviainesten keskiarvokäyrät



Kuva 19: Asfalttibetoni Ab 12

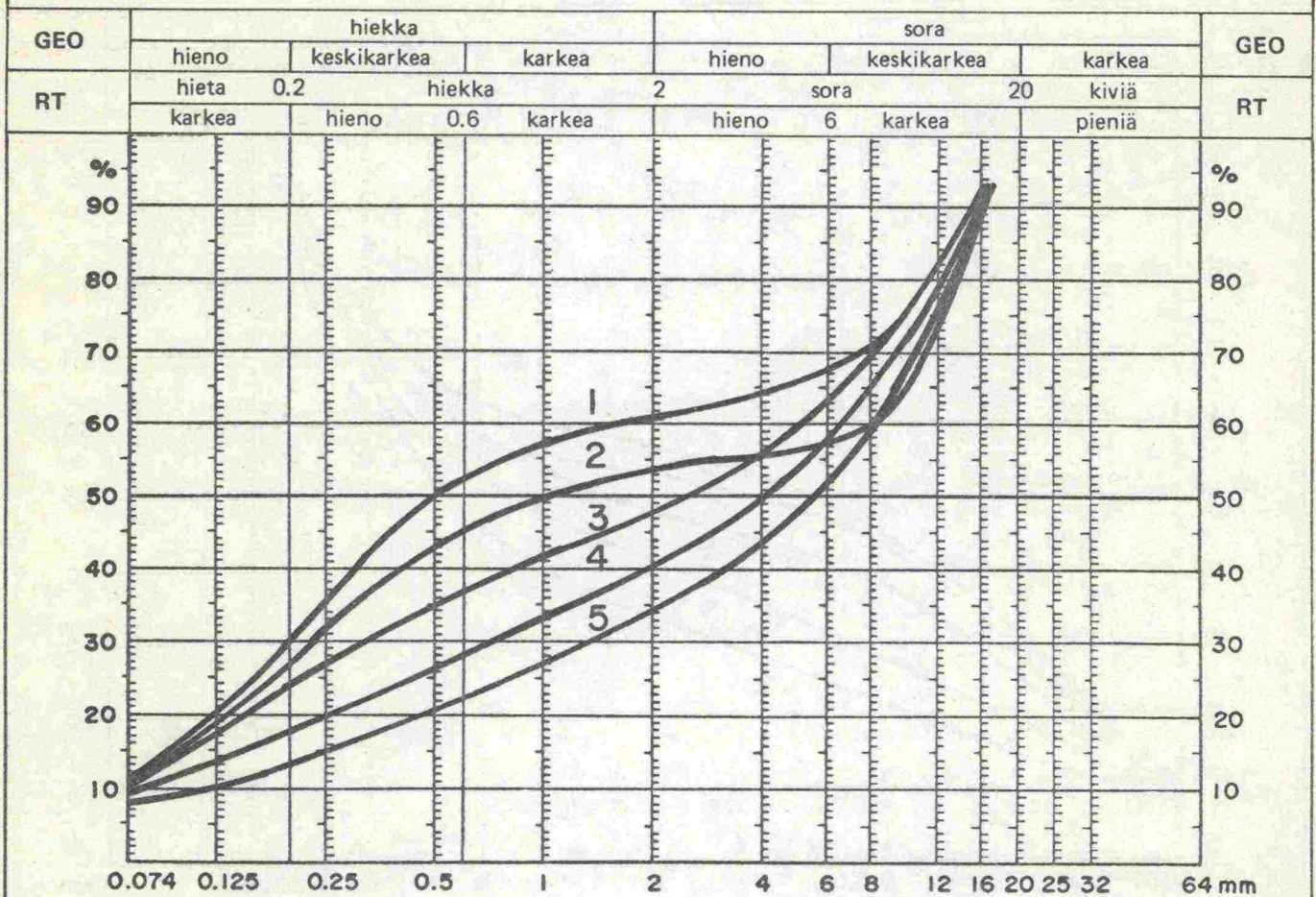
| K-AINES | Käyrä ja seossuhde (paino-%) | | | | | | | | | |
|---------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| KF | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| Hk I | - | - | - | - | - | 25 | 20 | - | 10 | - |
| Hk II | 43 | 49 | 50 | 45 | 14 | 11 | - | - | - | - |
| MS 0-12 | 34 | - | - | 10 | 80 | - | - | 73 | - | 72 |
| M 0-12 | - | 35 | - | - | - | 59 | 75 | 22 | 80 | - |
| S 6-16 | 16 | 10 | 44 | 39 | - | - | - | - | 6 | 24 |



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|----|-----------------------------|-------|-------|
| | 0,074 | 2 | 8 | B-80 | B-120 | B-200 |
| 1 | 12 | 64 | 82 | 7,6 | 7,4 | - |
| 2 | 11 | 57 | 71 | 7,5 | 7,3 | - |
| 3 | 10 | 35 | 81 | 7,3 | 7,1 | 6,9 |
| 4 | 9 | 45 | 75 | 6,9 | 6,7 | 6,5 |
| 5 | 8 | 37 | 68 | 6,5 | 6,3 | 6,1 |

Kuva 20: Asfalttibetoni Ab 16

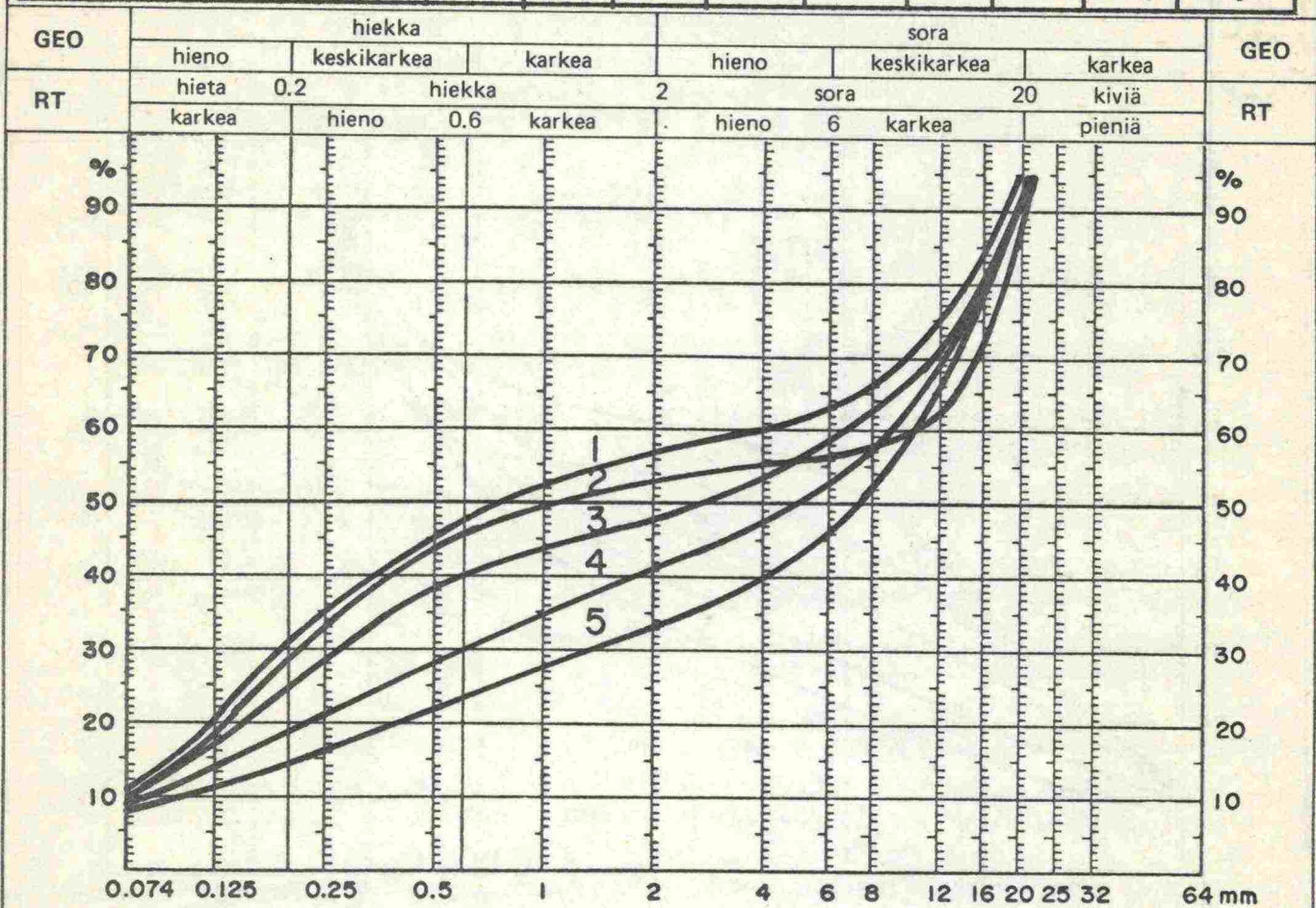
| K-AINES | Käyrä ja seossuhde (paino-%) | | | | | | | | | |
|---------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| KF | 6 | 5 | 6 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 |
| Hk I | - | - | - | 48 | - | - | - | 12 | 7 | - |
| Hk II | 41 | 46 | 44 | - | 12 | 22 | - | - | - | - |
| MS 0-16 | 30 | - | - | - | 66 | - | 75 | - | - | 68 |
| M 0-16 | - | 30 | 10 | - | - | 66 | - | 74 | 76 | - |
| S 8-20 | 23 | 19 | 40 | 44 | 15 | 6 | 19 | 8 | 13 | 28 |



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|----|-----------------------------|-------|-------|
| | 0,074 | 2 | 8 | B-80 | B-120 | B-200 |
| 1 | 11 | 61 | 71 | 7,4 | 7,2 | - |
| 2 | 11 | 54 | 60 | 7,2 | 7,0 | 6,8 |
| 3 | 10 | 48 | 69 | 6,9 | 6,7 | 6,5 |
| 4 | 9 | 40 | 65 | 6,5 | 6,3 | 6,1 |
| 5 | 8 | 34 | 60 | 6,1 | 5,9 | 5,7 |

Kuva 21: Asfalttibetoni Ab 20

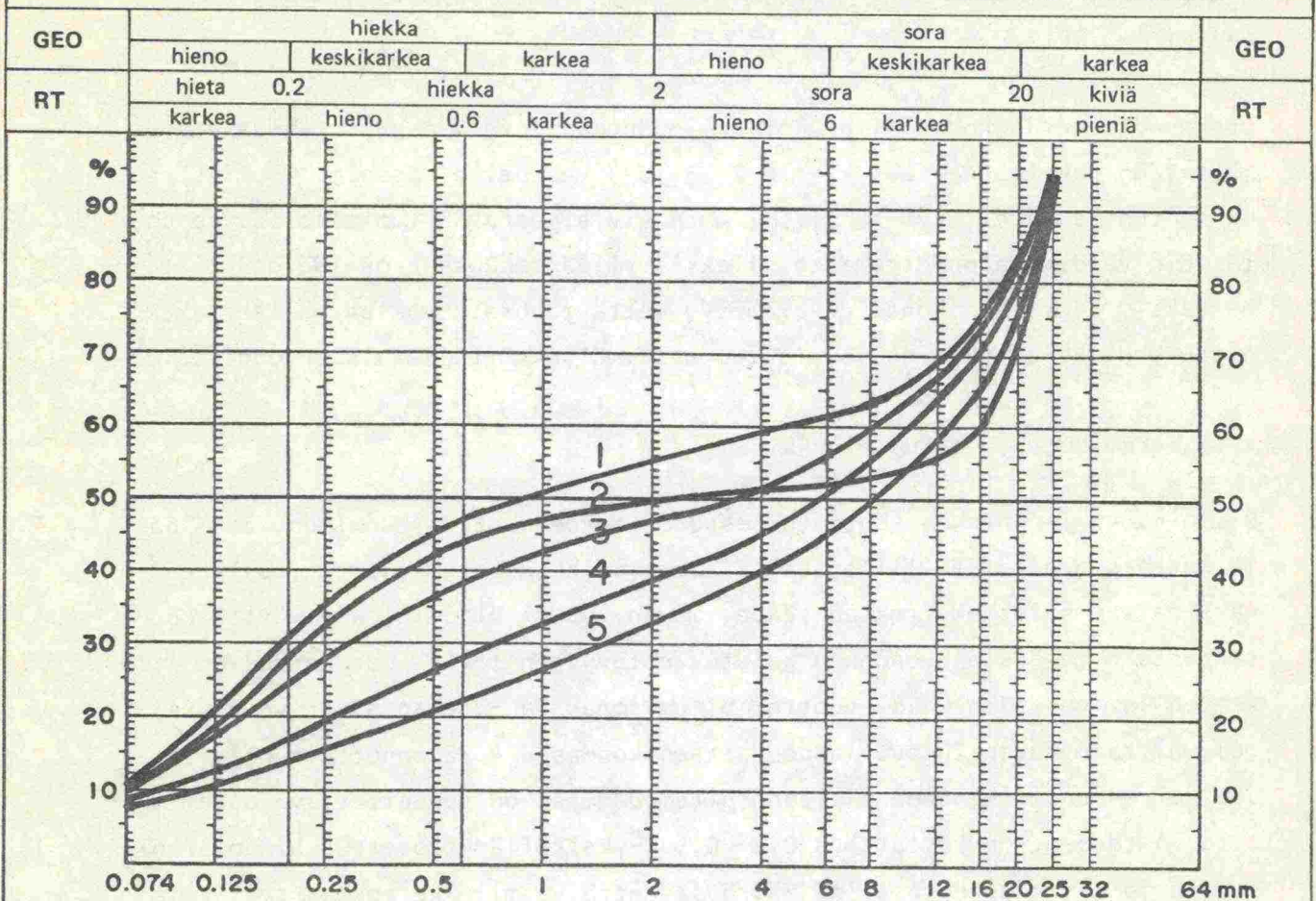
| K-AINES | Käyrä ja seossuhde (paino-%) | | | | | | | | | |
|---------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| KF | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Hk I | - | - | - | - | - | - | - | 26 | 15 | - |
| Hk II | 33 | 40 | 38 | 40 | 21 | 30 | 8 | - | - | 11 |
| MS 0-20 | 45 | - | 20 | - | 56 | - | 73 | - | - | - |
| M 0-20 | - | 46 | - | 23 | - | 58 | - | 60 | 75 | 81 |
| S 12-20 | 16 | 9 | - | - | 17 | 7 | 15 | 10 | - | - |
| S 12-25 | - | - | 37 | 32 | - | - | - | - | 7 | 5 |



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|----|-----------------------------|-------|-------|
| | 0,074 | 4 | 12 | B-80 | B-120 | B-200 |
| 1 | 11 | 60 | 75 | 6,5 | 6,4 | 6,3 |
| 2 | 10 | 55 | 62 | 6,4 | 6,3 | 6,2 |
| 3 | 10 | 53 | 71 | 6,2 | 6,1 | 6,0 |
| 4 | 9 | 48 | 69 | 6,0 | 5,8 | 5,7 |
| 5 | 8 | 40 | 68 | 5,8 | 5,6 | 5,5 |

Kuva 22: Asfalttibetoni Ab 25

| K-AINES | Käyrä ja seossuhde (paino-%) | | | | | | | | | |
|---------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| KF | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Hk I | - | - | - | - | - | - | 6 | 24 | - | 19 |
| Hk II | 34 | 40 | 40 | 40 | 21 | 29 | - | - | - | - |
| MS 0-25 | 40 | - | 12 | - | 56 | - | 74 | - | 78 | - |
| M 0-25 | - | 41 | - | 16 | - | 56 | - | 60 | - | 60 |
| S 15-30 | 20 | 14 | 43 | 39 | 18 | 10 | 16 | 13 | 22 | 18 |



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|----|-----------------------------|-------|-------|
| | 0,074 | 4 | 12 | B-80 | B-120 | B-200 |
| 1 | 11 | 59 | 69 | 6,5 | 6,4 | 6,3 |
| 2 | 10 | 51 | 56 | 6,3 | 6,2 | 6,1 |
| 3 | 10 | 51 | 67 | 6,1 | 6,0 | 5,9 |
| 4 | 9 | 45 | 64 | 5,9 | 5,7 | 5,6 |
| 5 | 8 | 40 | 58 | 5,7 | 5,5 | 5,4 |

4.33 Tasausmassa

Taloudellisuussyistä on vältettävä liiallista tasausmassan käyttöä. Tämän vuoksi tasausmassaan käytettävän kiviaineksen rakeisuus on suhteituksessa valittava huolellisesti. Kuvan 23 taulukossa on esitetty tasausmassalle seitsemän rakeisuuskäyrää sekä niille ohjeelliset bitumipitoisuudet. Taulukkoa käytetään suhteituksessa hyväksi kohdassa 4.32 selostetulla tavalla. Taulukossa esitetyt karkearakeiset tasausmassat (käyrät 6 ja 7) soveltuvat alustassa olevien painumien ja suurehkojen epätasaisuuksien korjaamiseen. Normaalisti tasaus tehdään rakeisuudeltaan käyriä 4 ja 5 vastaavalla massalla.

Uratasaukseen ja kohteisiin, joissa joudutaan tekemään ohut tasauskerros, käytetään rakeisuudeltaan käyriä 2, 3 ja 4 vastaavia massoja. Ohuita tasauksia tehtäessä ei käytetä yli 12 mm:n kiviainesta. Bitumipitoisuutta on tällöin varottava pudottamasta liiaksi, sillä tasauskerros jää paikoittain harvaksi. Harvoin kohtiin kerääntyy vettä ja uratasauksen päälle rakennettu ohut kulutuskerros vaurioituu ensimmäiseksi tällaisista kohdista.

4.34 Bitumisoran ja bitumihiekka

Bitumisoran ja -hiekan suhteituksessa on tarpeen ottaa huomioon, että näitä kerroksia pidetään liikenteellä lähes poikkeuksetta useita vuosia ennen varsinaisen kulutuskerroksen tekoa. Tämän vuoksi bitumihiekan käyttö on verrattain vähäistä huonohkon kulutuskestävyyden takia. Jos kerros on liikenteellä enintään kaksi vuotta, bitumisoran ja -hiekan alustava suhteitus valitaan kuvan 24 avulla noudattaen kohdassa 4.32 annettuja ohjeita. Jos kerros on liikenteen alaisena pitempään, se on suhteitettava asfalttibetonin tapaan. On käytettävä 0,2 - 0,5 %-yksiköllä korotettua bitumipitoisuutta ja täytejauhetta siinä määrässä, että valmiin kerroksen tyhjätila on enintään 5 %.

Kuva 23: Tasausmassa Tas

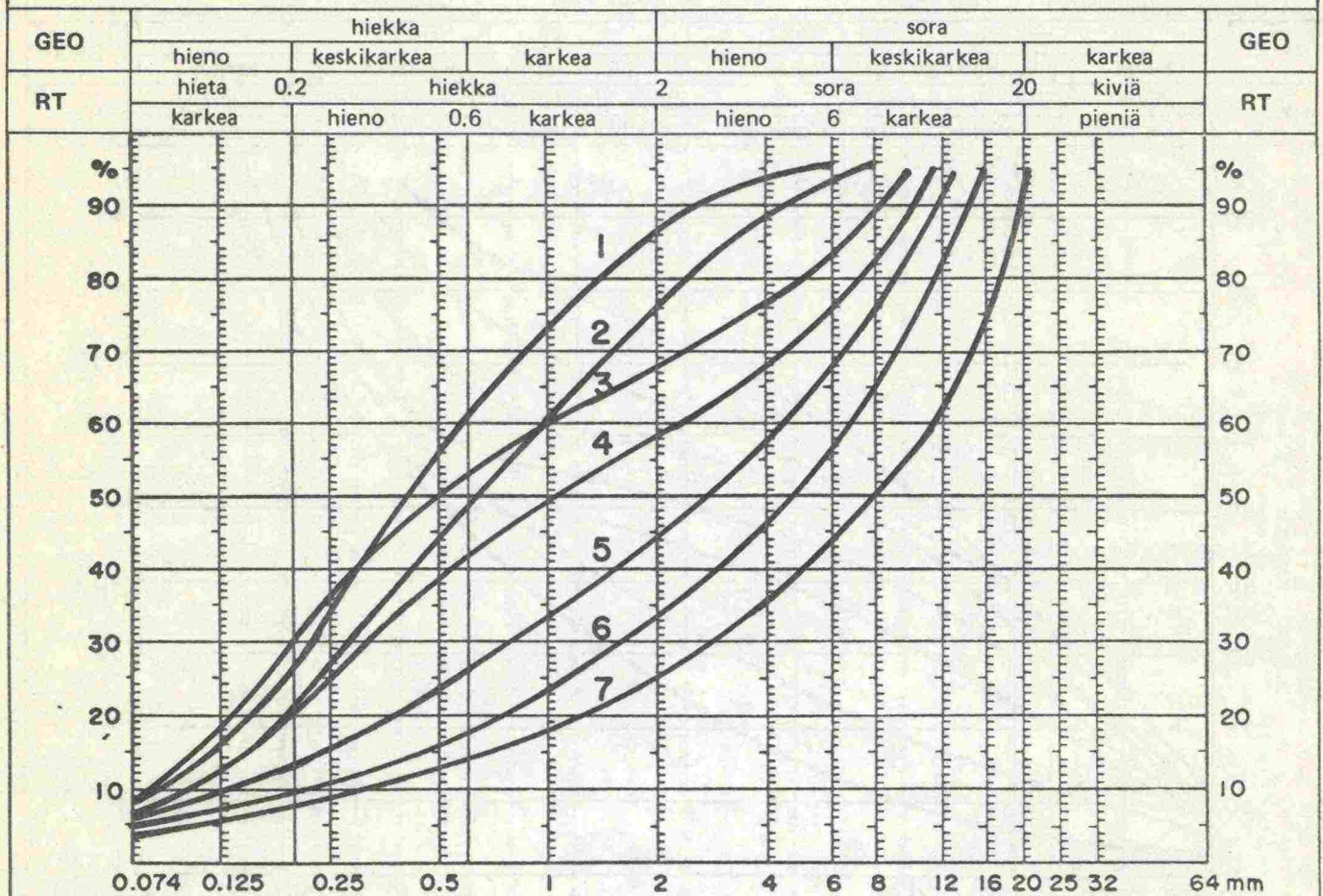
Kiviainesseos

Hiekka, enintään

60 paino-%

Sepeli tai murskesora, vähintään

40 - " -



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|-----|-----------------------------|-------|-------|
| | 0,074 | 2 | 8 | B-80 | B-120 | B-200 |
| 1 | 8 | 87 | 100 | 5,8 | 5,6 | 5,5 |
| 2 | 7 | 76 | 95 | 5,7 | 5,5 | 5,4 |
| 3 | 8 | 67 | 89 | 5,7 | 5,5 | 5,4 |
| 4 | 7 | 58 | 82 | 5,5 | 5,3 | 5,1 |
| 5 | 6 | 44 | 75 | 5,3 | 5,1 | 4,9 |
| 6 | 5 | 34 | 65 | 5,0 | 4,8 | 4,6 |
| 7 | 4 | 25 | 50 | 4,7 | 4,5 | 4,3 |

Kuva 24: Bitumisora BS ja bitumihiekka BH

Kiviainesseos

Bitumisora

Bitumihiekka

Hiekka tai sora, enintään

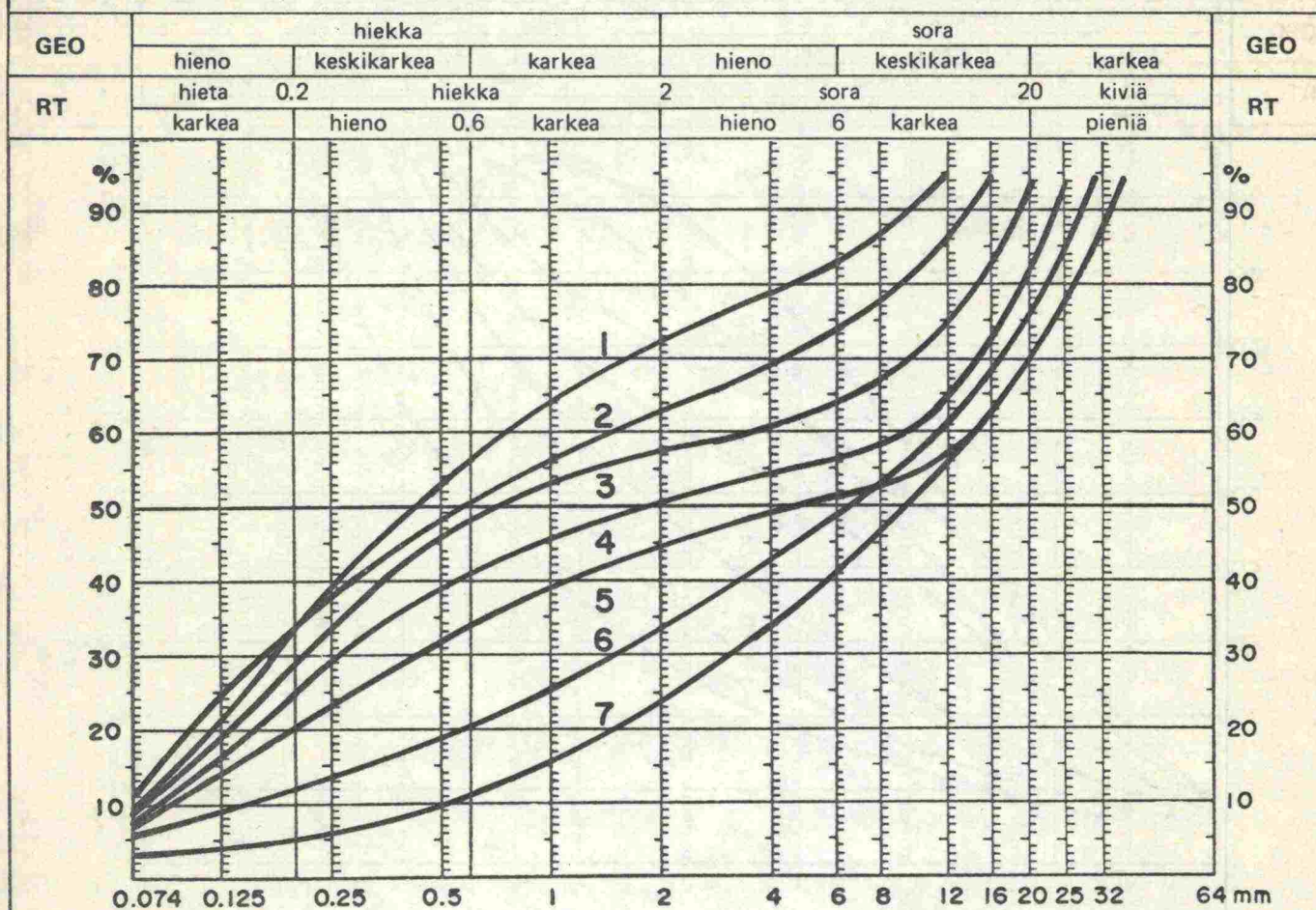
25

80 paino-%

Murske tai murskesora, vähintään

35

20 - " -



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | |
|--------------|--------------------|----|----|-----------------------------|------|-------|
| | 0,074 | 4 | 12 | B-65 | B-80 | B-120 |
| 1 | 11 | 78 | 95 | 6,2 | 6,0 | 5,8 |
| 2 | 10 | 68 | 86 | 6,0 | 5,8 | 5,7 |
| 3 | 9 | 60 | 75 | 5,8 | 5,6 | 5,5 |
| 4 | 8 | 54 | 65 | 5,5 | 5,4 | 5,3 |
| 5 | 7 | 48 | 57 | 5,2 | 5,1 | 5,0 |
| 6 | 6 | 42 | 61 | 4,9 | 4,7 | 4,6 |
| 7 | 3 | 34 | 55 | 4,6 | 4,4 | 4,2 |

4.35 Syväasfaltti

Syvääsfalttia käytetään kantavuuden lisäämiseksi ja korvaamaan sitomattomia kerroksia. Jos tien tasausta ei voida korottaa tai tiealuetta laajentaa korotuksen edellyttämällä tavalla, on syväasfaltti kantavuuden lisäämiseksi sopiva ratkaisu. Syväasfaltin on oltava halpaa, joten laatuvaatimukset ovat lievemmat kuin muilla asfalttipäällysteillä. Syväasfalttimassa on suhteitettava sideaineköyhäksi niin, että bitumipitoisuus (bitumi B-65 tai B-80) on välillä 3,5 - 4,5 %. Suhteitus tehdään kuvan 25 avulla.

Syvääsfaltti levitetään tielle yhtenä tai useana kerroksena. Jos pintakerros joutuu toimimaan useita vuosia liikenteen käytössä, on massa suhteitettava bitumisoraa vastaavaksi tarvittavan kulutuskestävyyden saavuttamiseksi. Tällöin on massan bitumipitoisuutta lisättävä ja käytettävä mahdollisesti täytejauhetta (ks. kohta 4.34).

Koska syväasfalttia käytetään kantavuuden lisäämiseen, on siitä tehdyn rakenteen oltava riittävän lujaa ja tiivistä. Syväasfaltista otettujen päällystenäytteiden ja sullottujen massanäytteiden (Marshall -kappaleiden) tiilavuuspainosuhteen on oltava vähintään 0,95 eikä Marshall -lujuus (TIE-417) yleensä saa olla alle 1 500 N.

4.36 Valuasfaltti

Valuasfalttia käytetään päällysteiden kunnossapitotöissä reikien ja kuoppien paikkaukseen, raiteiden urapaikkaukseen sekä erittäin raskaasti liikennöityjen ajoratojen ja siltojen kulutuskerroksena. Siltojen eristysvaluasfalteista on ohjeet julkaisussa RIL 916, Tekniset ohjeet sillan eristyksestä ja asfalttipäällystyksestä.

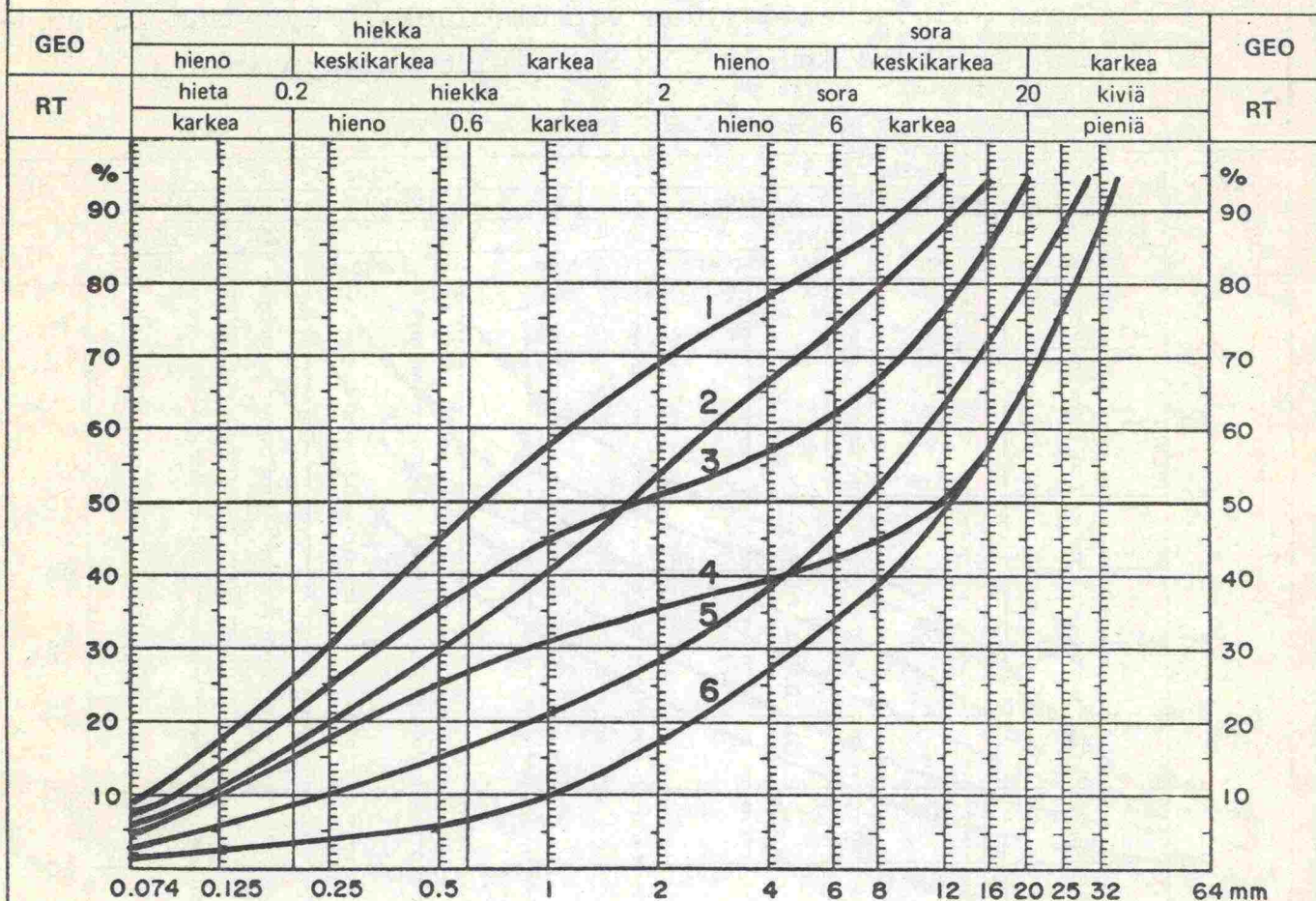
Sideaineena käytetään bitumeja B-45, B-65 ja B-80. Sideaineena voidaan käyttää myös seosta, jossa on bitumin lisäksi luonnonasfalttia tai puhallettua bitumia. Luonnonasfaltin lisäys nostaa bitumien pehmenemispistettä ja lisää siten päällysteen kovuutta. Yleisesti käytetään luonnonasfalttina Trinidad Epuréta 20...30 % sideaineen määrästä. Luonnonasfaltin lisäyksellä on todettu olevan päällysteen kulutuskestävyyttä parantava vaikutus. Käytettäessä puhallettua bitumia pehmenemispisteen nostamiseen on sen lisäysmäärä kolmannes sideaineen koko määrästä.

Kiviainesseos suhteitetaan tavallisesti seuraavista aineista tai niiden seoksista: sepeli, murske, murskesora, sorasepeli, hiekka ja täytejauhe. Ajoinapäälysteissä on täytejauhetta käytettävä vähintään 20 % kiviaineksen painosta. Vertaamalla kiviaineksen suhteituksessa saatua käyrää kuvasa 26 esitettyihin peruskäyriin voidaan valita valuasfaltin sideainepitoisuuden alustava ohjearvo.

Varsinaisissa päälystystöissä on alustavasti valittu sideainepitoisuuden ohjearvo tarkistettava ennakkokokeilla (TIE-431). Tällöin painuma-arvon mukaan selvitetään käytettävän bitumin laji ja määrä sekä luonnonasfaltin määrä. Bitumin määrän tulee ylittää tiiviiksi suljetun kiviaineksen tyhjätila. Käsityönä levitettävän ja urapaikkaukseen käytettävän valuasfalttimassan on oltava pienirakeista, jotta se olisi työstettävää. Sopiva maksimi rakekoko on 8...12 mm.

Urapaikkauslaahaimella tai käsityönä levitetyn päälysteen sallittua suuremmat epätasaisuudet on poistettava levitystyön aikana hiertämällä. Hiertämisessä käytetään kuivaa, pölytöntä ja terävsärmäistä hiekkaa, jonka rakekoko on 0...6 mm. Koneellisessa valuasfaltin levityksessä nollataan levityskaista kolalla ja hiertämällä, mikäli poikki- ja pitkittäissaumoja ei ole jyrsitty tai aukihakattu.

Kitkan ja kulutuskestävyyden parantamiseksi ajoratapäälysteeksi tehtävä valuasfaltti karkeutetaan bituminoidulla sepelillä, jonka rakekoko on 12...16, 16...20 tai 20...25 mm. Karkeutuskiviaineksen tulee täyttää I laatuokan vaatimukset. Bitumin määrä on sopiva, kun kivrakeet peittyvät joka puolelta bitumilla mutta eivät tartu kiinni toisiinsa. Kastelemalla tuote saadaan rakeet pysymään irrallisina.



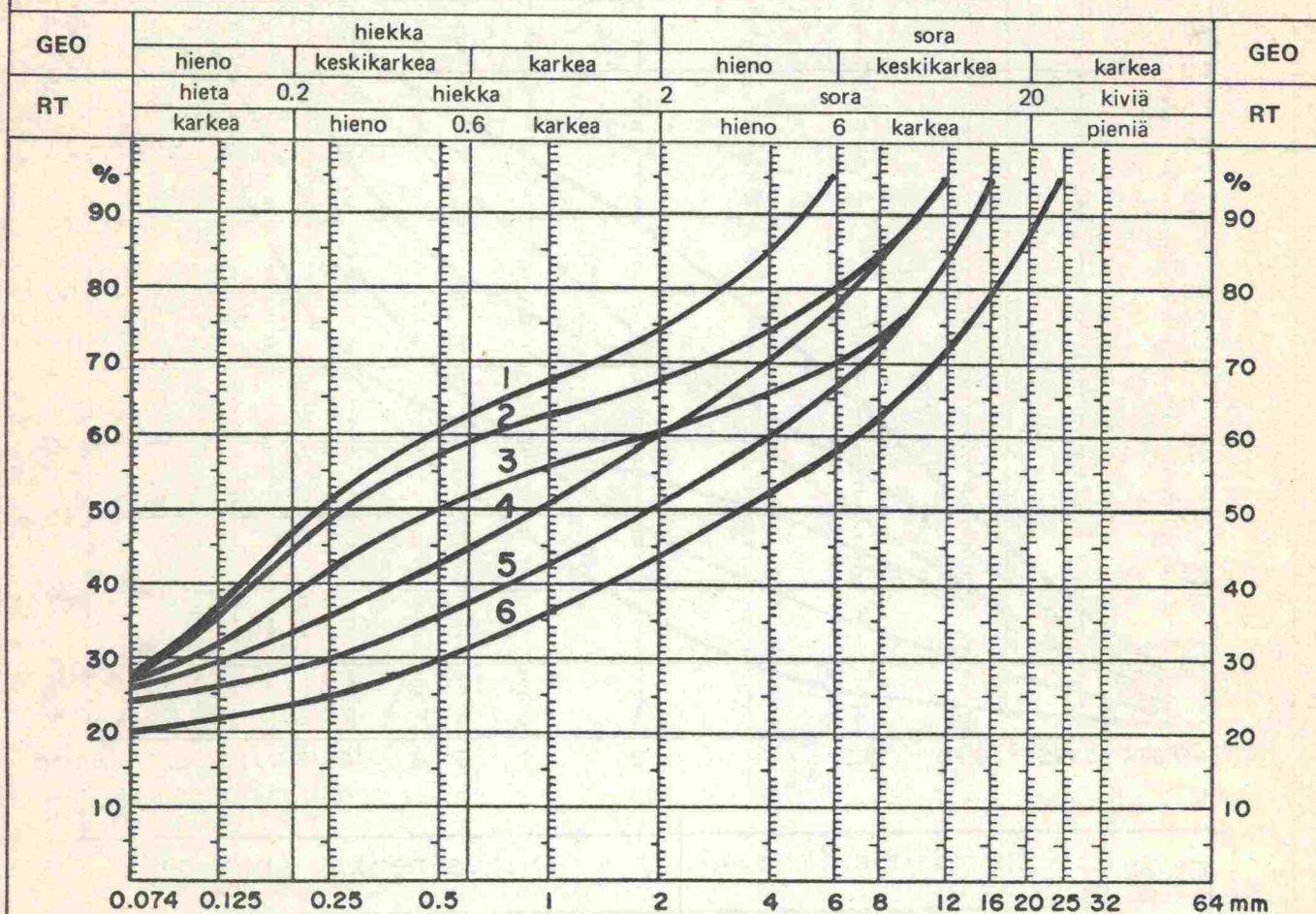
| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepit. (paino-%) | |
|--------------|--------------------|----|----|------------------------|------------|
| | 0,074 | 4 | 12 | B-65 | B-80 |
| 1 | 9 | 78 | 95 | <u>4,5</u> | 4,3 |
| 2 | 6 | 67 | 88 | <u>4,2</u> | 4,0 |
| 3 | 8 | 58 | 77 | <u>4,3</u> | <u>4,1</u> |
| 4 | 5 | 40 | 50 | 3,9 | <u>3,9</u> |
| 5 | 3 | 38 | 63 | 3,7 | <u>3,6</u> |
| 6 | 2 | 28 | 49 | 3,6 | <u>3,5</u> |

Kuva 26: Valuasfaltti VA

Kiviainesseos

| | |
|----------------------------------|------------|
| Täytejauhe, vähintään | 20 paino-% |
| Hiekka, enintään | 40 - " - |
| Sepeli tai murskesora, vähintään | 40 - " - |

Päällysteen kulutuskestävyyden parantamiseksi käytetään luonnonasfalttia (Trinidad Epuré) 20...30 % sideaineen painosta.



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) | | | 1) 2) |
|--------------|--------------------|----|-----|-----------------------------|------|------|----------|
| | 0,074 | 2 | 8 | B-45 | B-65 | B-80 | |
| 1 | 28 | 74 | 100 | 10,2 | 10,0 | 9,8 | |
| 2 | 28 | 67 | 85 | 10,0 | 9,8 | 9,6 | |
| 3 | 27 | 60 | 73 | 9,6 | 9,4 | 9,2 | |
| 4 | 26 | 60 | 84 | 9,2 | 9,0 | 8,8 | |
| 5 | 25 | 50 | 72 | 8,8 | 8,6 | 8,4 | |
| 6 | 20 | 44 | 62 | 8,2 | 8,0 | 7,8 | |

1) Massasta uutettuna

2) Tai bitumin ja luonnonasfaltin seos

4.4 Öljysora

Muokattavuutensa vuoksi öljysora soveltuu paitsi varsinaiseksi päällysteeksi myös paikkaukseen. Jos öljysorapäällyste on vaurioitunut paikkauskelvottomaksi sekä kulunut ohueksi ja epätasaiseksi, se voidaan korjata karhintaa ja massan lisäystä käyttäen. Öljysoran kiviaines (murske tai murskesora) valitaan ottaen huomioon massan käyttötarkoitus. Käsityönä tehtävässä öljysorapaikkauksessa käytetään hienoa kiviainesta 0 - 12 mm. Uuden kulutuskerroksen tekoon sekä karhintaan ja massan lisäykseen tarkoitettu massa valmistetaan raekooltaan 0 - 12...18 mm:n kiviaineksesta.

Öljysoran sideaineena käytetään tieöljyä, johon sekoitetaan sopiva määrä tartuketta. Sideainepitoisuuden ohjearvo määrätään kuvan 27 perusteella. Taulukon arvot perustuvat normaaliin öljysorapäällysteen tekemiseen kuivaamattomasta kiviaineksesta. Kiviaineksen kuivaaminen on suositeltavaa öljysoraa valmistettaessa, jos keskimääräinen vesipitoisuus ylittää 3,5 % ja on välttämätöntä, jos vesipitoisuus ylittää 4,0 %. Kuivatun kiviaineksen vesipitoisuuden tulee olla alle 1 %. Tällöin kuvan 27 perusteella saatua tartukepitoisuutta on tarkistettava. Mikäli öljysoramassaa valmistetaan varastoon kunnossapitoa varten, joudutaan sideainepitoisuutta tarkistamaan. Myös päällystystyön alkuvaiheessa saattaa valmiissa päällysteessä ilmetä erinäisiä puutteita tai virheitä, jotka edellyttävät suhteituksen tarkistamista. Taulukkoon 10 on koottu tavallisimmat tarkistusta edellyttävät muutostekijät, puutteet ja virheet ja tarkistuksen määrää koskeva suositus.

Öljysorapäällysteessä voidaan todeta usein virheitä, joiden korjaamiseksi tehtävät tarkistukset muuttaisivat suhteitusta samaan suuntaan. Tällöin voi tarkistus taulukon mukaisilla arvoilla olla siten liian voimakas ja syntyy uusia virheitä. Sideainemäärän osalta kerralla tehtävä enimmäistarkistus on 0,3 %-yksikköä. Päällysteessä todetun virheen ollessa pieni riittää sen korjaamiseen suositeltua pienempikin tarkistus.

Kuva 27: öljysora ös

Kiviaines

Murskesora tai murske

Tieöljyn tartukepitoisuus

kuivattu
kiviaines

kuivaamaton
kiviaines

diamini

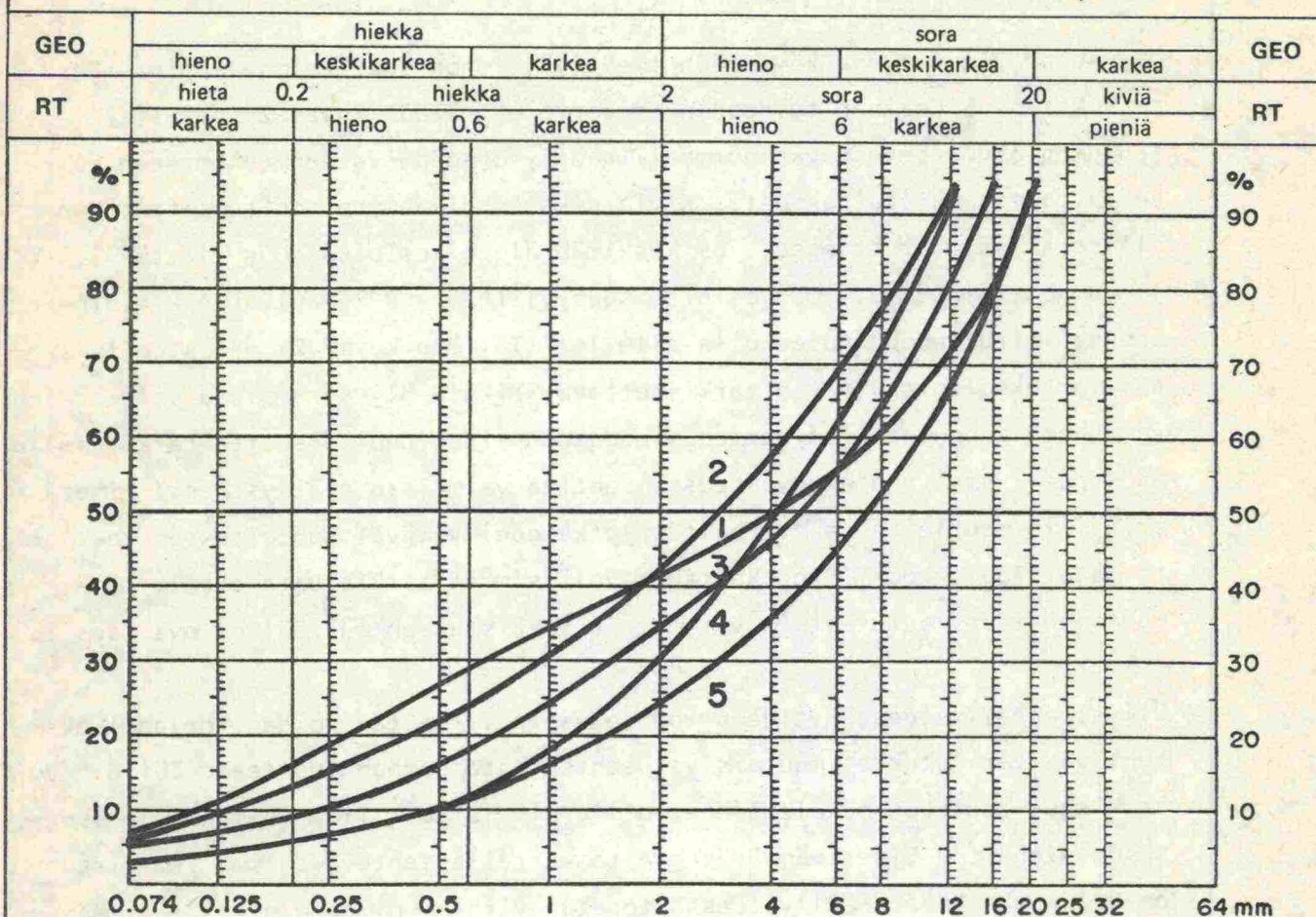
0,5

0,8

mono- ja diaminin seos

0,8

1,2



| Käyrä n:o | Rakeisuus (läp.-%) | | | Sideainepitoisuus (paino-%) |
|--------------|--------------------|----|----|--------------------------------|
| | 0,074 | 4 | 12 | Tieöljy |
| 1 | 7 | 50 | 71 | 3,7 |
| 2 | 6 | 58 | 95 | 3,6 |
| 3 | 5 | 46 | 80 | 3,5 |
| 4 | 3 | 49 | 95 | 3,4 |
| 5 | 3 | 35 | 65 | 3,3 |

| Muutostekijä, puute tai virhe | Tarkistustoimenpide |
|---|--|
| ÖS-varastomassan valmistaminen | Sideainepitoisuuden lisäys +0,2 % |
| ÖS-paikkausmassan valmistaminen (paikkaus käsityönä) | Sideainepitoisuuden lisäys +0,2 % |
| ÖS-päällysteen karhinta + massan lisäys | Sideainepitoisuuden lisäys +0,1...0,3 % riippuen karhitun massan sideainepitoisuudesta |
| Hiekkapussi rakeisuuskäyrässä | Sideainepitoisuuden lisäys +0,2 % |
| Helteinen säätila ja kostea kiviaines | Sideainepitoisuuden vähennys -0,2 % |
| Liikennemäärä KVL > 1000 ajon/vrk | Sideainepitoisuuden vähennys -0,2 % |
| Lajittunut pinta | Läpäisy-%:n \neq 2 mm muutos +5 % |
| Karkea, avoin pinta | Läpäisy-%:n \neq 2 mm muutos +5 % |
| Ruskea, eloton pinta | Sideainepitoisuuden lisäys +0,3 % |
| Tieöljyn pintaannousu, sileä ja liukas pinta | Sideainepitoisuuden vähennys -0,3 % |

Taulukko 10: Suhteituksen tarkistaminen öljysoramassaa valmistettaessa

4.5 Sirotepinta

Sirotepinta on päällysteen pintaan bitumisella sideaineella liimattu ohut kiviraakerros. Se soveltuu käytettäväksi sekä uusien että vanhojen päällysteiden ja sidotun kantavan kerroksen uutena kulutuspintana. Jos kantavuus on riittävä, voidaan sirotepintausta käyttää myös kuluneen öljysorapinnan korjauksessa. Sirotepintauksen käyttö edellyttää alustan huolellista korjaamista ja tasaamista yhtä vuotta, kuitenkin vähintään yhtä kuukautta, ennen pintausten tekoa.

Sirotepintaukseen käytettävän kiviaineksen tulee täyttää I laatuluokan vaatimukset. Sorasta tai louheesta murskatun sirotteen sopiva raekoko on liikennemäärästä riippuen 8 - 12 mm, 12 - 16 mm tai 12 - 20 mm. Sirote 8 - 12 mm soveltuu vain vähäliikenteisille teille sekä kuluneiden ja vaurioituneiden sirotepintausten uusimiseen ja korjaamiseen. Hyvän tarttuvuuden aikaansaamiseksi on kiviaineksen oltava puhdasta. Läpäisyprosentti seulan $\neq 0,074$ mm kohdalla saa olla enintään 1 %. Tarvittaessa pöly ja lika poistetaan siroteesta pesuseulonnalla.

Sirotepintaauksessa käytetään kiviaineksen liimaukseen bitumiliuosta BL 5. Sideainemäärä (kg/m^2) on riippuvainen alustan laadusta, käyttökohteen liikennemäärästä ja sirotteen raekoosta. Liian vähäisen sideainemäärän käytöstä on seurauksena sirotteen irtoaminen. Tämän vuoksi on sideaineen määrä työn aikana pidettävä mahdollisimman korkeana kuitenkin niin, että sideaineen pintaannousua ei tapahdu. Alustavasti sideainelaji ja määrä voidaan valita taulukon 11 perusteella.

Jos sirotteen raekoko on 8 - 12 mm, sideainemäärä on yleensä $1,3 - 1,6 \text{ kg/m}^2$. Vähäliikenteisissä kohteissa (alle 500 autoa/vrk) sideainemäärää lisätään $0,1 - 0,2 \text{ kg/m}^2$ ja samoin varjoisissa tienkohdissa $0,1 \text{ kg/m}^2$. Jos liikenne on vilkasta ja ajorata raiteistunutta, sideainemäärää on raiteiden kohdalla pyrittävä vähentämään $0,2 - 0,3 \text{ kg/m}^2$. Sideainemäärää tulisi lisäksi vähentää $0,1 \text{ kg/m}^2$ sellaisissa kohdissa, joissa on suurehko pituuskaltevuus. Sideaineeseen lisätään diamiini -tyyppistä tartuketta. Tartukemenekki on yleensä 1,0...1,2 % sideaineen painosta.

| Alusta | Liikennemäärä KVL ajon/vrk | Sideaine kg/m ² | Sirotteen raekoko mm |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Pehmeä ja sideaine- rikas (esim. samana vuonna tehty Mp tai karhinnalla tasat- tu öS) | ≤ 1500 | 1,7 | 12 - 16 |
| | > 1500 | 1,6 | 12 - 20 |
| Tiivis ja sideaine- köyhä (esim. vanha Ab) | ≤ 1500 | 2,0 | 12 - 16 |
| | > 1500 | 1,9 | 12 - 20 |
| Avoin ja karkea alusta | ≤ 1500 | 2,4 | 12 - 16 |
| | > 1500 | 2,3 | 12 - 20 |

Taulukko 11: Sideaineen ohjearvot eri tapauksissa

OHJEET KESTOPÄÄLLYSTEIDEN UUSIMISTARPEEN MÄÄRÄÄMISESTÄ 1977

1. Johdanto

Kestopäällysteen uusiminen tai laajahkon korjauksen tarpeellisuus selvitetään päällystevaurioista liikenteelle, kunnossapidolle sekä rakenteiden säilyvyydelle arvioitavien haittojen ja vahinkojen perusteella. Koska laajatkin paikoittaiset korjaustoimenpiteet tulevat kustannuksiltaan edullisemmiksi kuin päällysteen uusiminen, on uusimista tällaisin korjaustoimin pyrittävä siirtämään niin pitkälle kuin se kohtuudella katsotaan mahdolliseksi.

Näitä ohjeita ei sovelleta päällystämisen ajoittamiseen ns. vaiherakentamisen yhteydessä.

2. Vaurioista aiheutuvat haitat

Näissä ohjeissa on uusimistarpeen kannalta katsottu merkityksellisiksi vaurioiksi päällysteen urautuminen, kulutuskerroksen puhkikuluminen, sidottujen kerrosten kuluminen liian ohueksi, huonokuntoiset paikkaukset, epätasaisuus ja verkkohalkeamat. Muut vauriot kuten yksittäiset halkeamat ja laajahkot painumat eivät yleensä aiheuta liikenteelle kohtuutonta haittaa eivätkä vaaranna rakenteen säilyvyyttä. Lisäksi ne ovat kunnossapitotoimenpitein suhteellisen halvalla korjattavissa. Nämäkin vauriot tulevat huomioon otetuiksi sikäli, että ne tai niiden korjaustoimenpiteet lisäävät jotakin mittattavaa vauriotekijää, lähinnä epätasaisuuslukua.

Edellä mainittujen periaatteiden mukaisesti ei uusimispäätökseen saa sinänsä vaikuttaa päällysteen ulkonäkö.

Päällystevaurioista urautuminen vaarantaa lähinnä liikenneturvallisuutta, epätasaisuus heikentää ajomukavuutta ja kulutuskerroksen puhkikuluminen, sidottujen kerrosten kuluminen liian ohueksi ja verkkohalkeamat heikentävät rakenteen säilyvyyttä. Urien ja epätasaisuuden aiheuttama haitta kasvaa ajonopeuden lisääntyessä. Siksi on perusteltua, että näiden vaurioiden sallitut määrät ovat nopeudesta riippuvia. Samoin kasvaa kaikkien em. vaurioiden aiheuttama haitta liikennemäärän kasvaessa.

3. Vaurioiden mittaus

Uransyvyyden mittaukseen käytetään 3,5 metrin (ajokaistan leveys) oikolautaa. Mittaus tehdään ulkoraiteista, uran pohjan tasosta oikolaudan alareunaan. Mittauksessa voidaan käyttää esimerkiksi oikolaudan alle työnnettävää mittakiilaa. Mittaus tehdään tasavälein, esim. sadan metrin välein, ja tiekilometrin uransyvyys ilmoitetaan havaintojen keskiarvona. Mittaus voidaan tehdä myös hinattavalla mittalaitteella (VTT). Tällöin on saadut tulokset muunnettava vastaamaan 3,5 metrin oikolaudalla suoritettavaa mittausta.

Epätasaisuuden mittaamiseen käytetään yhteenlaskevaa sysäysmittaria. Se on auton perässä vedettävä henkilöauton tapaan jousitettu mittapyörä, jonka akselin pystysuora liike rekisteröityy mittalaitteeseen. Tällä tavalla saadaan epätasaisuuden suhteellinen arvo cm/km eli epätasaisuusluku. Verkkohalkeamien osuus arvioidaan silmämääräisesti ja vain ajoratapäällysteen osalta. Jäljellä oleva sidotun kerroksen keskimääräinen paksuus lasketaan kulmauran syvyyden ja alkuperäisen paksuuden perusteella tai mitataan kulmauran pohjalle tehdyistä rei'istä.

Mittaus tehdään yleensä vain sen tekijän osalta, jonka arvioidaan ylittävän sallitun arvon.

4. Päällysteen uusimistarve

Taloudellisista syistä ei päällysteen uusimiseen tule ryhtyä ennen kuin jokin seuraavista ehdoista I - VI toteutuu.

- I Keskimääräinen uran syvyys (mm) vähintään taulukon 1 mukainen. Uran syvyyden keskiarvon sijasta voidaan käyttää myös sitä uran syvyyden arvoa, jonka 20 % mittaustuloksista ylittää. Taulukosta 1 saatavia arvoja on tällöin korotettava nopeuksilla 120 - 50 km/h vastaavasti 5 - 8 mm.

| Ohjelmavuoden KVL ajon/vrk | Nopeusrajoitus km/h | | | |
|-------------------------------|---------------------|----|-----|-----|
| | 50 tai 60 | 80 | 100 | 120 |
| alle 1500 | 45 | 35 | 26 | 18 |
| 1500...6000 | 40 | 31 | 23 | 16 |
| yli 6000 | 35 | 27 | 20 | 14 |

Taulukko 1: Keskimääräinen uran syvyys, mm

- II Ylimmän päällystekerroksen puhkikulumia kahden eniten kuluneen raiteen yhteispituudesta vähintään 20 %.
- III Sidottujen kerrosten jäljellä oleva yhteispaksuus uloimman raiteen pohjassa keskimäärin enintään 2 cm, mitataan poraamalla.
- IV Huonokuntoisia tai epätasaisia erillisiä paikkoja koosta riippumatta vähintään 40 - 80 kpl/km liikennemäärästä, nopeusrajoituksesta ja paikkojen laadusta riippuen.
- V Verkkohalkeamia vähintään 30 % pinta-alasta tai verkkohalkeamien purkautumisvaara.
- VI Epätasaisuusluku vähintään 250 - 150 cm/km nopeusrajoituksen suuruudesta ja liikennemäärästä riippuen.

Vaurioitumisasteen sallitut arvot ovat tieosalle laskettuja keskiarvoja. Tieosalla tarkoitetaan tässä tiejaksoa, jonka eri osissa liikennemäärä ja päällysteen vaurioitumisaste ovat likipitään vakioita ja joka pituutensa puolesta voi tulla kysymykseen erillisenä päällystyskohteena.

Kun vauriomittaus joudutaan yleensä suorittamaan suunniteltua päällystämistä vuotta edeltävän vuoden keväällä, on kulumista koskeviin mittauslukuihin liittävä väliaikana tapahtuva kuluminen. Vuotuinen kuluminen saadaan jakamalla kokonaiskuluminen päällysteen iällä. Myös epätasaisuuden tai verkkohalkeamien määrän kasvua voidaan samalla tavalla hieman ennakoita.

Verkkohalkeamien osalta ilmoitettu vaurioitumisaste koskee sellaisia tapauksia, joissa verkkohalkeamat ovat muodostuneet hitaasti usean vuoden kuluessa. Muulloin on verkkohalkeamien merkitys uudelleenpäällystämisen kiireellisyydelle harkittava erikseen.

Mittausten lisäksi tulee suorittaa eri asiantuntijoiden toimesta arviointeja päällysteen vaurioista ja niiden merkityksestä liikenneturvallisuudelle, ajomukavuudelle, kunnossapidolle ja rakenteen säilymiselle.

Päätös päällysteen uusimisesta tai uusimisen siirtämisestä ja mahdollisesti muista vaihtoehtoisista korjaustoimenpiteistä tehdään mittaustulosten ja asiantuntija-arvioiden sekä muiden asiaan vaikuttavien seikkojen perusteella. Mittausten antaman tuloksen tulee kuitenkin olla ensisijainen päätökseen vaikuttava tekijä.

